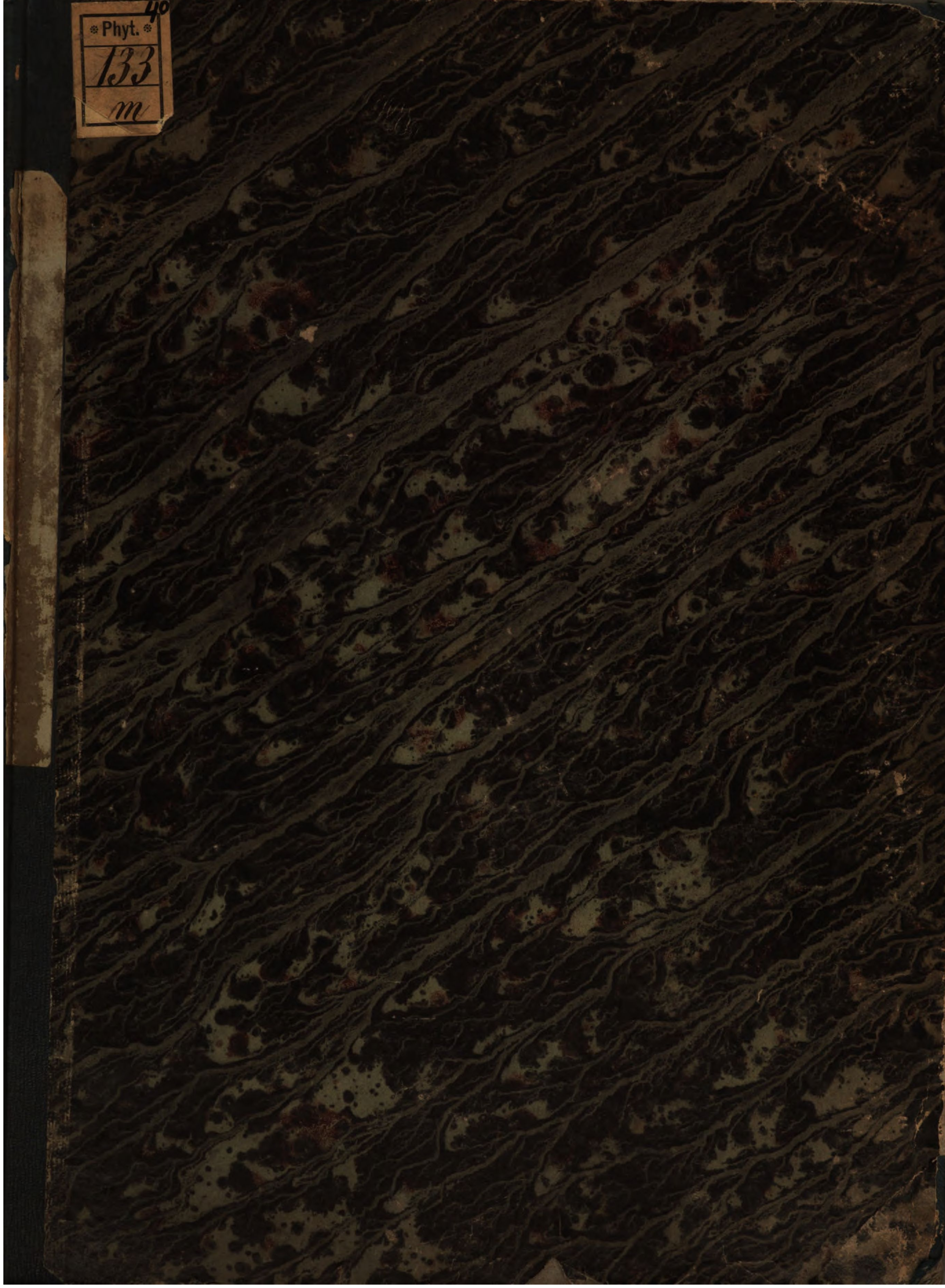


40
* Phyt. *
133
m



40 Phyt.

133 m

Hanstein

<36623485430015



<36623485430015

Bayer. Staatsbibliothek

813

DIE
MILCHSAFTGEFÄESSE
UND
DIE VERWANDTEN ORGANE DER RINDE.

EINE VON DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN ZU PARIS
GEKRÖNTE PREISSCHRIFT

VON

DR. JOHANNES HANSTEIN,

PRIVATDOCENTEN DER BOTANIK UND CUSTOS DES KÖNIGL. HERBARIUMS ZU BERLIN.

MIT ZEHN LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

BERLIN.
WIEGANDT UND HEMPEL.
1864.

141 - H.

ALPHABETISCHES VERZEICHNIß

DER VERWANDTEN ORGANE DER KINDE

VERLEICHENDE ANATOMIE DER VERWANDTEN ORGANE DER KINDE

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

VERLEICHENDE ANATOMIE DER VERWANDTEN ORGANE DER KINDE

VERLEICHENDE ANATOMIE DER VERWANDTEN ORGANE DER KINDE

VERLEICHENDE ANATOMIE DER VERWANDTEN ORGANE DER KINDE

VORWORT.

Die Akademie der Wissenschaften des Institut Impérial zu Paris stellte für das Jahr 1861 für den „prix Bordin“ die Preis-Aufgabe, die Milchsaftegefäße der Pflanzen einer neuen ausführlichen Untersuchung zu unterwerfen, und besonders zu erforschen, ob zwischen ihnen und den Gefäßen des Holzsystems eine gesetzmässige und allgemein verbreitete offene Communication stattfinde, und was ausserdem für Beziehungen zwischen den verschiedenen gefässartigen Organen der Rinde vorkommen. Sie war dazu zunächst durch eine Veröffentlichung Trécul's veranlasst, der nach seinen Beobachtungen eine solche Verbindung der Holz- und Rindengefäße als allgemein annahm und ihr eine bestimmte physiologische Bedeutung zusprach.

Der Verfasser der vorliegenden Arbeit war gerade mit Beobachtungen über die anatomischen und physiologischen Verhältnisse der Rinde beschäftigt und legte daher nach speciellerem Eingehen auf die Fragen der Akademie derselben als Beantwortung die Ergebnisse seiner Untersuchungen, wie sie in den ersten beiden Abschnitten dieser Schrift enthalten sind, am 31. December 1860 vor.

Die Akademie erachtete jedoch ihre Aufgabe hierdurch nicht zur Genüge gelöst, da die specielle Erörterung der Milchsaftegefäße selbst nur den geringeren Theil dieser Arbeit ausmache. Sie forderte zu fortgesetzten Untersuchungen auf, indem sie im December 1861 die Aufgabe für das Jahr 1863 erneute.

Der Verfasser sah sich hierdurch, ob ihm gleich nur eine sehr beschränkte Zeit zu Gebote stand, veranlasst, eine neue Reihe von Beobachtungen, genauer auf die eigentlichen von der Akademie hervorgehobenen Punkte gerichtet, in Gestalt

einer Ergänzungsschrift, der Akademie zu Paris zum 31. December 1862 einzusenden, und der so vervollständigten Arbeit wurde nun von derselben in Gemeinschaft mit einer Schrift des Herrn Dippel in Idar am 28. December 1863 der Preis zuerkannt.

Es hätte nun behufs der Veröffentlichung nahe gelegen, die getrennten Stücke der Arbeit zu einer einheitlichen Darstellung zu verschmelzen. Jedoch waren einerseits durch das erste Urtheil der genannten Akademie die Methoden und Resultate des Verfassers zum Theil veröffentlicht, — so weit, um als Hinweis benutzt werden zu können, aber nicht genau genug, um die gewonnenen Resultate zu wahren, — und andererseits sind zwischen dem Datum des ersten Stückes und dem des endlichen Schlussurtheils, also in einem Zeitraum von drei Jahren, mehrere Arbeiten erschienen, die die hier besprochenen Dinge mehr oder weniger nahe berühren, wie z. B. eine vortreffliche Untersuchung Nägeli's über Siebröhren, welche jedoch jüngeren Datums ist, als die in den ersten zwei Abschnitten dieser Schrift niedergelegte Mittheilung des Verfassers.

Somit schien es behufs richtiger Beurtheilung der Priorität geboten, die ganze Abhandlung, ohne alle Aenderung, Verschmelzung oder Zuthat, gerade so, wie sie der Akademie zu Paris vorgelegen hat, abdrucken zu lassen, und es enthalten demnach die beiden ersten Abschnitte derselben den älteren, ersten, am 31. December 1860 der Akademie vorgelegten Theil, während der dritte dagegen die zum 31. December 1862 eingesandte, also jüngere, Ergänzungsschrift ausmacht.

Im ersten Abschnitt sind, neben einer allgemeinen Erörterung der Milchsaftgefäße, besonders die Siebröhren und die Schlauchgefäße eingehender dargestellt und es ist versucht, die Gesammtheit der gefäßartigen Organe der Rinde in Uebersicht zu bringen. Der zweite Abschnitt giebt eine Fortsetzung der im zweiten Theil von Pringsheim's Jahrbüchern veröffentlichten Beobachtungen über die Leitung des Saftes durch die Rinde, zum Zweck genauerer Feststellung des saftleitenden Organs und der unterschiedlichen Function der Rindengefäße überhaupt. Beide zusammen enthalten mithin allgemeinere Untersuchungen über Bau und Verrichtungen des Rindengefäßsystems.

Der dritte Abschnitt giebt neben eingehenderer Schilderung der Milchsaftgefäße in den verschiedenen Pflanzenfamilien und Pflanzentheilen im Besonderen, und zwar der vollkommeneren Typen derselben, eine wiederholte Discussion der Trécul'schen Ansicht, auf ausgedehntere Beobachtungen gestützt. Einige durch diese somit chronologisch gelassene Anordnung unvermeidlich gewordene Wiederholungen wolle man aus den angegebenen Gründen entschuldigen. Mag das Ganze, in Gemeinschaft mit der dem Verfasser noch unbekannten Schwester-Arbeit Dippel's, allseitigen fortgesetzten Special-Untersuchungen über diesen Gegenstand zum anregenden Ausgangspunkt dienen.

Berlin, im October 1864.

J. Hanstein.

The first thing I noticed when I stepped out of the train
was a warm, sun-drenched breeze. The air was thick with
the scent of blooming flowers and the distant hum of
city life. I had heard that the weather was perfect, and
indeed, it was. The sun was just beginning to set,
casting a golden glow over the landscape. The hills were
covered in a dense forest of tall, slender trees, their
leaves a mix of green and gold. In the distance, the
city lights were visible, a shimmering cluster of
stars against the twilight sky. I took a deep breath,
savoring the moment. This was exactly what I needed.
A peaceful escape from the hustle and bustle of
daily life. The train had brought me to a place of
tranquility, a place where I could finally relax and
recharge. I looked up at the sky, where a few
stars were already beginning to appear. The night
was just beginning, and I knew that this was
going to be a wonderful experience. I had found
my perfect spot, and I was ready to stay.

I had heard that the weather was perfect, and indeed, it was. The sun was just beginning to set, casting a golden glow over the landscape. The hills were covered in a dense forest of tall, slender trees, their leaves a mix of green and gold. In the distance, the city lights were visible, a shimmering cluster of stars against the twilight sky. I took a deep breath, savoring the moment. This was exactly what I needed. A peaceful escape from the hustle and bustle of daily life. The train had brought me to a place of tranquility, a place where I could finally relax and recharge. I looked up at the sky, where a few stars were already beginning to appear. The night was just beginning, and I knew that this was going to be a wonderful experience. I had found my perfect spot, and I was ready to stay.

INHALT.

	Seite
Preisfrage	3
Beantwortung	4
Einleitung. Uebersicht der früheren Ansichten	5
I. Abschnitt. Organisation des Bastsystems.	11
1. Milchsaftgefäße	13
2. Siebröhren	23
3. Schlauchgefäße	33
4. Bastfasern	44
5. Zusammenfassende Uebersicht	47
II. Abschnitt. Physiologische Versuche über das Bastsystem.	51
1. Ergebnisse früherer Versuche	52
2. Neue Versuche und Folgerungen	55
III. Abschnitt. Ausführlichere Darstellung der vollkommensten Milchsaftgefäß-Systeme	61
1. Papayaceen	61
2. Cichoriaceen	68
3. Campanulaceen und Lobeliaceen	74
4. Urticineen	75
5. Euphorbiaceen	76
6. Die übrigen Dicotylen	77
7. Aroideen	78
8. Folgerungen	79
Schlussbemerkung	83
Erklärung der Abbildungen	85

INHALT

I. Einleitung	1
II. Die Geschichte der Chemie	2
III. Die Chemie der Gegenwart	3
IV. Die Chemie der Zukunft	4
V. Die Chemie und die Natur	5
VI. Die Chemie und die Kunst	6
VII. Die Chemie und die Medizin	7
VIII. Die Chemie und die Industrie	8
IX. Die Chemie und die Landwirtschaft	9
X. Die Chemie und die Haushaltung	10
XI. Die Chemie und die Religion	11
XII. Die Chemie und die Philosophie	12
XIII. Die Chemie und die Politik	13
XIV. Die Chemie und die Ethik	14
XV. Die Chemie und die Ästhetik	15
XVI. Die Chemie und die Pädagogik	16
XVII. Die Chemie und die Psychologie	17
XVIII. Die Chemie und die Soziologie	18
XIX. Die Chemie und die Anthropologie	19
XX. Die Chemie und die Biologie	20
XXI. Die Chemie und die Geologie	21
XXII. Die Chemie und die Astronomie	22
XXIII. Die Chemie und die Meteorologie	23
XXIV. Die Chemie und die Kosmologie	24
XXV. Die Chemie und die Theologie	25
XXVI. Die Chemie und die Philosophie	26
XXVII. Die Chemie und die Politik	27
XXVIII. Die Chemie und die Ethik	28
XXIX. Die Chemie und die Ästhetik	29
XXX. Die Chemie und die Pädagogik	30
XXXI. Die Chemie und die Psychologie	31
XXXII. Die Chemie und die Soziologie	32
XXXIII. Die Chemie und die Anthropologie	33
XXXIV. Die Chemie und die Biologie	34
XXXV. Die Chemie und die Geologie	35
XXXVI. Die Chemie und die Astronomie	36
XXXVII. Die Chemie und die Meteorologie	37
XXXVIII. Die Chemie und die Kosmologie	38
XXXIX. Die Chemie und die Theologie	39
XL. Die Chemie und die Philosophie	40
XLI. Die Chemie und die Politik	41
XLII. Die Chemie und die Ethik	42
XLIII. Die Chemie und die Ästhetik	43
XLIV. Die Chemie und die Pädagogik	44
XLV. Die Chemie und die Psychologie	45
XLVI. Die Chemie und die Soziologie	46
XLVII. Die Chemie und die Anthropologie	47
XLVIII. Die Chemie und die Biologie	48
XLIX. Die Chemie und die Geologie	49
L. Die Chemie und die Astronomie	50
LXI. Die Chemie und die Meteorologie	51
LXII. Die Chemie und die Kosmologie	52
LXIII. Die Chemie und die Theologie	53
LXIV. Die Chemie und die Philosophie	54
LXV. Die Chemie und die Politik	55
LXVI. Die Chemie und die Ethik	56
LXVII. Die Chemie und die Ästhetik	57
LXVIII. Die Chemie und die Pädagogik	58
LXIX. Die Chemie und die Psychologie	59
LXX. Die Chemie und die Soziologie	60
LXXI. Die Chemie und die Anthropologie	61
LXXII. Die Chemie und die Biologie	62
LXXIII. Die Chemie und die Geologie	63
LXXIV. Die Chemie und die Astronomie	64
LXXV. Die Chemie und die Meteorologie	65
LXXVI. Die Chemie und die Kosmologie	66
LXXVII. Die Chemie und die Theologie	67
LXXVIII. Die Chemie und die Philosophie	68
LXXIX. Die Chemie und die Politik	69
LXXX. Die Chemie und die Ethik	70
LXXXI. Die Chemie und die Ästhetik	71
LXXXII. Die Chemie und die Pädagogik	72
LXXXIII. Die Chemie und die Psychologie	73
LXXXIV. Die Chemie und die Soziologie	74
LXXXV. Die Chemie und die Anthropologie	75
LXXXVI. Die Chemie und die Biologie	76
LXXXVII. Die Chemie und die Geologie	77
LXXXVIII. Die Chemie und die Astronomie	78
LXXXIX. Die Chemie und die Meteorologie	79
LXXXX. Die Chemie und die Kosmologie	80
LXXXXI. Die Chemie und die Theologie	81
LXXXXII. Die Chemie und die Philosophie	82
LXXXXIII. Die Chemie und die Politik	83
LXXXXIV. Die Chemie und die Ethik	84
LXXXXV. Die Chemie und die Ästhetik	85
LXXXXVI. Die Chemie und die Pädagogik	86
LXXXXVII. Die Chemie und die Psychologie	87
LXXXXVIII. Die Chemie und die Soziologie	88
LXXXXIX. Die Chemie und die Anthropologie	89
LXXXXX. Die Chemie und die Biologie	90
LXXXXXI. Die Chemie und die Geologie	91
LXXXXXII. Die Chemie und die Astronomie	92
LXXXXXIII. Die Chemie und die Meteorologie	93
LXXXXXIV. Die Chemie und die Kosmologie	94
LXXXXXV. Die Chemie und die Theologie	95
LXXXXXVI. Die Chemie und die Philosophie	96
LXXXXXVII. Die Chemie und die Politik	97
LXXXXXVIII. Die Chemie und die Ethik	98
LXXXXXIX. Die Chemie und die Ästhetik	99
LXXXXXX. Die Chemie und die Pädagogik	100

Ueber

die Milchsaftgefäße

und

ihre Beziehungen zu den verwandten Organen
der Rinde.

die Milchsaugelasse

Einige Untersuchungen über die Milchsaugelasse
von Dr. J. J. J.

Preisfrage.

„Etudier la distribution des vaisseaux du latex dans les divers organes des plantes et particulièrement leurs rapports ou leurs connexions avec les vaisseaux lymphatiques ou spiraux ainsi qu'avec les fibres du liber:“

1.

„Si ces communications entre deux ordres de vaisseaux considérés jusqu' à ce jour comme complètement indépendents peuvent être mises hors de doute.“

2.

„Si les rapports entre ces deux ordres de vaisseaux sont un fait exceptionnel, propre seulement à certaines plantes, ou s'ils existent dans toutes les plantes pourvues de ces deux sortes de vaisseaux.“

3.

„Si ces connexions de vaisseaux du latex et de vaisseaux lymphatiques existent dans tous les organes de la plante ou seulement dans quelques parties du végétal.“

4.

„S'il existent de connexions de même genre entre les vaisseaux du latex et d'autres tissus de la plante tels que les fibres du liber par exemple.“

Beantwortung.

1.

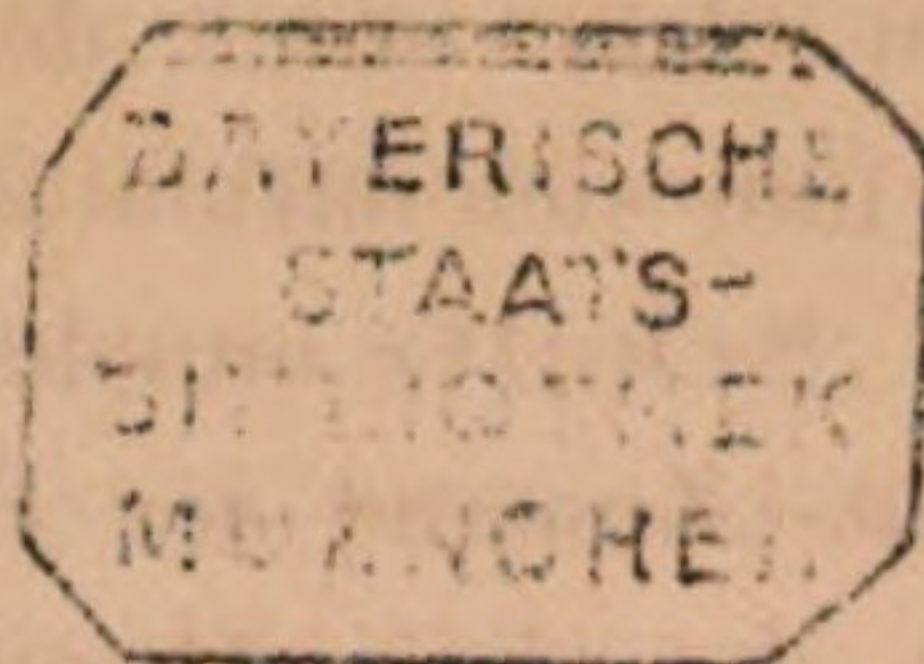
Die Milchsaftegefäße lassen in der Mehrzahl der Pflanzen, die damit ausgestattet sind, keine unmittelbare Berührung noch eine offene Verbindung mit den Spiralegefäßen wahrnehmen. Eine solche kommt daher nur in Ausnahmefällen vor.

2.

Wohl aber stehen beide Gefäßsysteme in einer steten und gesetzmässigen Beziehung zu einander, begleiten einander, — wenn auch nicht in unmittelbarer Nachbarschaft, — durch alle Organe der Pflanze und treten vorzugsweise innerhalb der Blätter in die nächste Vereinigung mit einander.

3.

In einer anderen und noch innigeren Beziehung jedoch stehen die verschiedenen Formen der Milchsaftegefäße zu den sämtlichen übrigen röhrigen, schlauchartigen oder faserförmigen Elementen des Rindengewebes, so dass sie alle als Mitglieder eines einzigen physiologischen Systems zu betrachten sind, die, durch mannigfache Uebergänge verknüpft, die gemeinsame Function der Rinde unter sich theilen.



EINLEITUNG.

Uebersicht der früheren Ansichten.

Unter den Benennungen „Milchsaftgefässe“, „Lebenssaftgefässe“ oder „eigenthümliche Gefässe (*vasa propria*)“ werden in der Phytotomie eine Anzahl von Organen verstanden, über deren Bau, Entwicklung und physiologische Bedeutung man noch immer sehr verschiedener Meinung ist, und die auch in der That unter einander nicht gleichwerthig sind.

Es ist daher zuvörderst nöthig, den Begriff desjenigen dieser Organe, von dem man in der Betrachtung ausgehen will, festzustellen, und mithin auf die bisher über die fraglichen Gefässe aufgestellten Ansichten einen Blick zu werfen. Ich werde mich in diesem jedoch, um den Umfang dieser Mittheilung nicht unnütz zu vergrössern, nur darauf beschränken, die wichtigsten Ansichten neuerer Physiologen kurz hervorzuheben, da man in den bekannten Lehrbüchern der Phytotomie zumal die Ansichten der Aelteren genügend zusammengestellt findet.

Schon seit Malpighi sind die Gefässe eigenthümlicher Säfte bekannt und von allen folgenden Phytotomen mannigfach umgrenzt und gedeutet worden. Erst C. H. Schultz jedoch verleiht ihnen in seiner von der französischen Akademie gekrönten Preisschrift ¹⁾ eine bestimmtere Bedeutung, indem er unter der Benennung der Milch- oder Lebenssaftgefässe, „*vasa laticifera*“, alle diejenigen Gebilde hervorgehoben und als eigenes physiologisches System aufgestellt hat, die von schlauchförmiger Gestalt, mit eigenen Wänden begabt und unter sich verbunden, besonders die innere Rindenschicht zwischen Bast und Cambium durchziehen, die Holzbündel begleiten, und bald mit einem milchichten, bald auch nur mit einem nicht milchichten d. h. klaren Saft erfüllt sind.

C. H. Schultz glaubt in diesem System diejenigen Organe zu erkennen, welche, analog den Blutgefässen der Thiere, die assimilirte Nahrungsflüssigkeit im Körper der Pflanzen umherführen, während die Spiralgefässe die noch nicht assimilirte herzu leiten; und er spricht dasselbe deshalb der Mehrzahl der phanerogamischen Gewächse zu, die er wegen dieses gedoppelten organischen Systems „Heterorgana“ nennt.

Da jedoch nur der kleinste Theil von allen diesen wirkliche Milchsaftgefässe im engeren Sinne des Worts mit deutlich milchichtem Saft besitzt, so vereinigt er andere nahe verwandte

1) C. H. Schultz, Mémoires prés. à l'acad. de France, VII. 1841. p. 1 etc. — Die Natur der lebendigen Pflanze. — Die Cyclose des Lebenssaftes in der Pflanze, Nova acta A. N. C. XVIII. p. II. 1841 u. a. a. O.

röhrige Zellgebilde, welche sich, so weit es scheint, in allen Gefässpflanzen zwischen den Holz- und Bastfaserbündeln vorfinden, mit jenen eben unter dem gemeinschaftlichen Namen der Lebenssaftgefässe. Und um zugleich die nun sich darbietenden auffallenden Formverschiedenheiten in Einklang zu bringen, glaubt C. H. Schultz annehmen zu müssen, dass diese Gefässe in 3 verschiedenen Zuständen erschienen, im „Zustand der Expansion, der Contraction und der Articulation“. Der letzte sei derjenige, in den diese Organe im Alter beim Erlöschen ihrer Function allmählich übergangen.

Ausserdem hält dieser Forscher für wahrscheinlich, dass dieselben überall durch Anastomosen zu einem Netzwerk verbunden seien, und dass sich der Saft in ihnen in einer gesetzmässigen Circulation befinde.

C. H. Schultz setzte durch seine Untersuchungen nicht allein dies ganze organische System, das bis dahin noch wenig beachtet war, in ein helleres Licht, sondern er gab zugleich durch Beschreibung und bildliche Darstellung eine Anzahl neuer phytotomischer Thatsachen von Wichtigkeit. Nichts desto weniger ist seine Ansicht keinesweges angenommen, sondern von der Mehrzahl der Physiologen bekämpft und mit Geringschätzung übergangen worden.

Der Grund hiervon liegt einerseits in der übertriebenen Verallgemeinerung der Ansicht von der Circulation des Lebensaftes, welche Erscheinung Niemand weiter in der Art wie C. H. Schultz und zum Theil noch Meyen¹⁾ beobachtet hat. Andererseits aber ist es unzweifelhaft, dass eben der Umstand noch mehr zur Verwerfung fast der gesamten Beobachtungen des Genannten beigetragen hat, dass er zweierlei verschiedene Dinge als dieselben Organe beschreibt, wodurch es geschah, dass man nun, nach eigentlichen Milchsaftgefässen suchend, diese in den meisten Pflanzen nicht fand, und somit Schultz's Darstellung überhaupt einfach für unwahr erklärte und ihr alles Vertrauen gänzlich entzog.

Wodurch C. H. Schultz in seiner Verwechselung bestärkt sein mochte, und wie dabei dennoch in seiner Schilderung viel mehr Richtiges zu finden ist, als man zuzugeben pflegt, werde ich weiter unten nachweisen. Ja es stellt sich sogar heraus, dass der grösste Theil seiner „Lebenssaftgefässe“, wenn sie gleich nach unserem heutigen Begriff keine „Milchsaft-Gefässe“ sind, dennoch in der That die Function haben, den assimilirten Saft im Pflanzenkörper zu verbreiten.

Allein man fand eben zunächst die von Schultz als allgemein angenommene „Cyclose“ des Saftes nicht bestätigt und sah in sehr vielen Fällen statt wirklich zusammenhängender Gefässe nur senkrechte Reihen übereinanderstehender Zellen. Auch warf man ihm besonders dies ein, dass er seine Gefässe als von allem übrigen Zellgewebe durchaus verschiedene und demselben entgegengesetzte Organe hinstellte, ohne doch eine solche Verschiedenheit ihres Ursprungs und eine allgemeine Uebereinstimmung in ihrem Vorkommen genügend ausser Zweifel setzen zu können.

Schon Moldenhawer²⁾ hatte erkannt, dass die echten Milchsaftgefässe aus Zellenreihen entstehen, deren Querwände verschwinden, und dass sie diesen Ursprung oft noch deutlich verrathen. Treviranus³⁾ stimmt ihm darin bei; dessgleichen Unger⁴⁾, der sogar einen grossen Theil

1) Meyen, Neues System der Pflanzenphysiologie, II. 373.

2) Moldenhawer, De vasis plantarum.

3) Treviranus, Physiologie der Pflanzen, I.

4) Unger, Anatomie und Physiologie der Pflanzen, p. 157 etc. u. a. a. O.

der fertig entwickelten Milchsaftegefäße als noch nicht verschmolzene Reihen parenchymatischer Zellen darstellt. Neuerdings endlich ist diese Ansicht von Schacht¹⁾ für einzelne Gewächse auf das Entschiedenste dargethan. Alle diese schliessen dabei einen Theil der mit wirklichem Milchsafte erfüllten Organe von den „Gefäßen“ aus, indem dieselben wandlose Intercellularräume seien.

Andere dagegen zweifeln, ob sich überhaupt auch für die wirklich schlauchförmigen Gefäße mit milchichtem Saft eine eigene Wand als allgemeines Besitzthum nachweisen lasse, und halten dafür, dass diese wenigstens anfänglich alle nur Lücken zwischen den Zellen d. h. Inter-cellular-Gänge seien, die sich erst nach und nach mit einer eigenen Haut auskleiden.

Diese Ansicht ist mit besonderer Mühe von einem anonymen Phytotomen²⁾ vertheidigt, und hat unter anderen auch Männer wie v. Mohl³⁾ und Schleiden⁴⁾ zu Anhängern gefunden, was sich wohl nur aus dem Widerwillen erklären lässt, den Schultz's Uebertreibungen gegen seine Behauptungen überhaupt erweckt hatten, durch welche diese wie andere Forscher veranlasst sind, gerade dies organische System mehr als billig zu vernachlässigen.

Eine dritte Ansicht ist die, dass die sogenannten wahren Gefäße des Milchsafte überall nur als mehr oder weniger modificirte Baströhren angesehen werden müssen.

Schon Mirbel⁵⁾ hat in diesem Sinne die morphologische Identität der Baströhren und der Milchsaftegefäße in den Apocynen richtig erkannt, und auch Meyen⁶⁾, obwohl dagegen streitend, theilt einzelne Belege für diese Ansicht mit. Besonders aber ist es Schacht, der, der Annahme einer besonderen Gewebeform der Milchsaftegefäße ebenfalls abgeneigt, in seinen früheren Werken⁷⁾ für alle sicher festgestellten Fälle ihres Vorkommens ihre völlige Uebereinstimmung mit Bastzellen nachzuweisen und so die gesammte Schultz'sche Lehre zu beseitigen gesucht hat.

Im Ganzen haben sich die Milchsaftegefäße, wie schon früher, so auch nach Schultz nur einer sehr geringen Theilnahme der Phytotomen zu erfreuen gehabt, so dass ausser den genannten Botanikern von Anderen nichts Erhebliches für ihre Kenntniss geschehen ist. Und indem unter diesen selbst Männer wie v. Mohl und Schleiden sich nicht einmal genügend von der eigentlichen Natur derjenigen Milchsaftegefäß-Formen, die schon hinlänglich bekannt waren, überzeugt haben, und auch Meyen in sehr vielen Worten kaum irgend etwas Neues bringt, so bleiben eigentlich nur jener anonyme Forscher, Schacht und Unger, die sich um die Ausbildung der Kenntniss dieser Organe thatsächlich und wesentlich verdient gemacht haben.

Jener Ungenannte⁸⁾ hat also die Milchsaftegefäße der Apocynen, Asclepiadeen, Urticeen, Moreen, Cichoriaceen, Campanulaceen, Lobeliaceen, Papaveraceen, Cucurbitaceen, Euphorbiaceen, Aroideen und der Gattung Sambucus untersucht und behauptet, dass sie in allen diesen Pflanzen nur aus Inter-cellular-Gängen entstehen, weil sie im jugendlichen Zustand noch keine eigene Wand erkennen lassen, sondern erst im Alter. Er sucht dies durch Behandlung feiner Längs- und

1) Schacht, Ueber die Milchsaftegefäße der Carica Papaya etc., Monatsberichte der Berliner Akademie, 1856, p. 515 u. a. a. O.

2) Ein Ungenannter, Die Milchsaftegefäße, ihr Ursprung u. s. w., Botan. Zeitung, 1856, S. 49 u. s. w.

3) v. Mohl, Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle, Braunschweig. 1851.

4) Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik.

5) Brisseau-Mirbel, Éléments de Physiologie végétale, I. u. a. a. O.

6) Meyen, Physiologie, II. — Die Secretionsorgane der Pflanzen.

7) Schacht, Die Pflanzenzelle, u. a. a. O.

8) Botan. Zeitung, 1856, S. 49.

Querschnitte mit Kalilösung zu beweisen. Allein durch dies einseitige Verfahren irregeleitet und durch eine nur schwache Beweisführung zufrieden gestellt, giebt er sich einer vollständigen Täuschung hin, da es viel mehr gerade bei anderer Anwendung desselben chemischen Mittels leicht gelingt, die Milchsaftegefäße bis in ihre feinsten Enden freizulegen und die geschlossene Membran derselben nachzuweisen. Somit ist das Verdienst dieser fleissigen Arbeit nur ein negatives.

Unger¹⁾ dagegen giebt eine kurze, aber im Allgemeinen treffende Uebersicht der verschiedenen Formen der Milchsaftegefäße, die er in einfache, verzweigte und netzförmige theilt, und eine eben so richtige Darstellung ihrer Entstehung aus Zellenreihen. Auch schildert er ausführlich und genau das Verhältniss der Milchsafte-Kanäle von *Alisma Plantago*²⁾ als wandloser Behälter.

Schacht³⁾ endlich, nachdem er, wie schon erwähnt, genauer als seine Vorgänger die Milchsaftegefäße der Apocynen, Asclepiaden, Euphorbiaceen u. s. w. als Bastzellen erkannt, gelangt neuerdings durch ausgezeichnete Untersuchungen an *Carica Papaya* und ähnlichen Fällen aus der Familie der Cichoriaceen zu der Entdeckung der Entstehung eines vollständigen Milchsaftegefässnetzes, nicht allein durch Verschmelzung ganzer Zellen, sondern durch Aussenden und Verwachsen höchst feiner Fortsätze derselben. Er stellt somit für einige Fälle sowohl die generelle Natur des Ursprungs aus Zellen, als auch ebenso die specifische eigenthümliche Bildung dieses Gefässsystems in ein helles Licht, und lässt dieser somit Gerechtigkeit widerfahren. Doch bestätigt er zugleich mit gutem Recht die Verwandtschaft und Zugehörigkeit dieser Gefäße zum Bastsystem.

Auch Karsten⁴⁾ hat die Milchsaftegefäße von *Cecropia peltata* aus Zellenreihen entstehen sehen.

Endlich sind es die neueren Beobachtungen von Trécul⁵⁾, die besonders geeignet sind, den Milchsaftegefässen ein neues erhöhtes Interesse zuzuwenden.

Derselbe macht darauf aufmerksam, dass der Milchsafte nicht, wie gewöhnlich angenommen wird, allein in den Milchsaftegefässen enthalten sei, sondern dass er sich in den meisten Gewächsen, die mit diesen Gefässen ausgestattet sind, ausserdem auch in den punctirten, gestreiften und netzartigen Gefässen vorfinde. Er sei jedoch in diesen desshalb übersehen, weil er weder in allen diesen Gefässen zugleich, noch zu jeder Zeit, noch auch immer von derselben Färbung („teinte“) sei, wie in den Milchsaftegefässen.

Trécul hat zur Aufklärung dieser auffallenden Erscheinungen den merkwürdigen Bau der Milchsaftegefäße von *Carica Papaya* untersucht, und, indem er denselben im Allgemeinen ebenso wie Schacht darstellt, macht er besonders darauf aufmerksam, dass die Milchsaftegefäße sich häufig unmittelbar selbst an die Gefäße des Holzes anlegen, oder ihre Fortsätze zu ihnen senden, und dass es somit scheine, dass eine wirklich offene Verbindung zwischen diesen beiden Organen

1) A. a. O.

2) Unger, Das System der Milchsaftegänge in *Alisma Plantago*, Wien 1857.

3) A. d. a. O.

4) Karsten, Ueber den Bau von *Cecropia peltata*, Nova acta Acad. Caes. Leop. Car. XXIV. p. 85.

5) Trécul, De la présence du latex dans les vaisseaux spiraux réticulés, rayés et ponctués, et de la circulation dans les plantes, Annales des sciences naturelles, S. IV. T. VII. Botanique p. 289.

dadurch hergestellt werde. Durch diese gelange dann der Saft aus den Milchsaftegefäßen in die Holzgefäße hinein.

Indem Trécul vermuthet, dass diese Vereinigung sich allgemein finden lassen werde, hält er dafür, dass der Milchsafte, welcher aus Nährstoffen bestehe, die durch den Vegetationsprocess zu sehr desoxydirt sind, nun in den Holzgefäßen mit Sauerstoff in Berührung komme und wieder oxydirt und zu fernerer Verwendung tauglich werde. Dadurch erkläre sich das periodische Auftreten und Verschwinden desselben in diesen Gefäßen.

Und somit nimmt Trécul an, dass die Milchsaftegefäße gewissermassen ein venöses, die Holzgefäße dagegen ein arterielles System vorstellen.

Es ist durch diese Anschauung nun zunächst zwar die Ansicht von Schultz, dass die Milchsaftegefäße den assimilirten Lebenssaft zuführten, ebenfalls als zu weitgehend verworfen, andererseits aber auch die entgegenstehende Ansicht als falsch hingestellt, dass der „Latex“ weiter nichts als ein zum Lebensprocess nutzloses Secret sei. Dem Milchsafte und seinen Gefäßen ist von Neuem eine hohe Bedeutsamkeit für den vegetativen Lebensprocess zugesprochen, und schon dadurch eine neue Periode für ihre Beobachtung begonnen.

Inzwischen jedoch wurde von einem anderen Ausgangspunct her durch Hartig¹⁾ und v. Mohl²⁾ ein neuer Weg zur besseren Erkenntniss dieses gesammten Systems eröffnet.

Beide Forscher machen darauf aufmerksam, dass man fehlerhafter Weise die Bastseicht der Rinde in ihrem Bau für einfacher gehalten, als sie sei, und dass man zumal die eigentlichen dickwandigen, langen, beiderseits zugespitzten Baströhren mit Unrecht für das wesentlichste Organ dieser Schicht halte, da dasselbe vielmehr in vielen Pflanzen, wie bekannt, gar nicht vorhanden sei. Wohl aber sei eine eigenthümlich gebaute und charakteristische Zellgewebsform, die zwischen den Bastfasern und dem Ring des Cambiums entweder in einfacher Lage zu finden sei, oder, wo mehrere Bastlagen sich folgen, mit diesen alternire, weit verbreitet.

Diese Schicht besteht nach Beider Untersuchungen aus bündelweis gruppirten theils langröhriken, theils kürzeren parenchymatösen Zellen, deren Wände in mannigfacher Weise sieb- oder gitterartig porös oder getüpfelt sind und die daher von Hartig Siebröhren, von v. Mohl Gitterzellen genannt werden.

Zugleich weisen beide nach, wie diese Gebilde bald für Theile des Bastparenchyms, bald für noch dem Cambium zugehörige Elemente angesehen seien, und v. Mohl thut zugleich dar, wie die feinzelligen Theile der monokotylishen Gefässbündel, die er früher als „vasa propria“ bezeichnet, die aber später allgemein, zumal von Mirbel, für Cambium angesprochen worden, ebenfalls diesen Gitterzellen identisch sind.

Auch Nägeli beschreibt aus vielen Pflanzen dergleichen Bündel feiner Röhrenzellen, die dicht ausserhalb des Cambiums auftreten, demselben zwar ähneln, aber doch entschieden nicht mehr angehören, und die er desshalb Cambiform nennt³⁾.

1) Hartig, Naturgeschichte der Holzgewächse. — Entwicklung des Jahresringes der Holzpflanzen, Botan. Zeitung, 1853, p. 553. — Ueber die Querscheidewände der Siebröhren von Cucurbita Pepo, ebendasselbst, 1854, p. 51, u. a. a. O.

2) v. Mohl, Ueber den Bau des Bastes, Botan. Zeitung, 1855, p. 873.

3) Nägeli, Beiträge zur Botanik, Hft. 1.

Mohl und Hartig endlich sprechen zugleich die Ansicht aus, dass alle diese, stets reichlich mit Saft erfüllten Röhrenzellen höchst wahrscheinlich die Leiter des plastischen assimilirten Saftes seien, den sie aus den Blättern dorthin führen, wo er verbraucht werde.

Dies ist, in allgemeinen Zügen, der Stand der Kenntniss der Milchsaftegefäße und der ihnen nahe verwandten Organe, wie er sich bis zu den letzten Jahren entwickelt hatte.

Es wird einerseits noch immer von ihrem Begründer die Lehre aufrecht gehalten, dass dieselben ein System ganz absonderlicher Organe seien, in dem eine Säfte-Cyclose, ähnlich dem thierischen Blutumlauf, stattfinde.

Dieser gegenüber ist andererseits theils die Ansicht, dass die Milchsaftegefäße nur Inter-cellulargänge, theils, dass sie Zellenreihen, theils endlich, dass sie stets nur metamorphosirte Baströhren seien, in Geltung, welche Meinungen unvermittelt des End-Urtheilsspruches noch harren.

Ferner sind es bald die echten Milchsaftegefäße, die nach der Autorität von Schultz, bald die neu in's Licht gestellten Siebröhren, die nach v. Mohl und Hartig die Leiter des „Lebens-saftes“ oder des assimilirten Bildungssaftes zu sein prätendiren, während ausserdem noch viel allgemeiner, zumal auf Schleiden's Ausspruch hin, die Ansicht verbreitet ist, dass es für diesen Saft überhaupt kein besonderes Organ gebe, sondern derselbe das gesammte Zellgewebe gleichmässig durchtränke und ernähre.

Kaum irgend ein Element des Pflanzenkörpers blieb also bisher in Rücksicht sowohl auf seinen Bau als auf seine Function so abweichenden Ansichten unterworfen und bedurfte mehr einer neuen vergleichenden Untersuchung, als dies Gefässsystem der Rinde.

Es war dem Verfasser dieser Abhandlung neuerdings gelungen¹⁾, zu den schon bekannten Gliedern des Bastsystems eine neue Form schlauchförmiger Gefäße aufzufinden, die meist im parenchymatischen Gewebe monokotylar Pflanzen verlaufen, und offenbar dem Baste angehörig, einerseits mit den Siebröhren, andererseits mit den echten Milchsaftegefäßen nahe verwandt, durch ihre Eigenthümlichkeiten besonders geeignet sind, ein neues Licht auf die wechselseitigen Beziehungen dieser Organe zu werfen.

Ferner hat derselbe²⁾ in den letzten Jahren durch eine Reihe von Versuchen an lebenden Pflanzen nicht allein für die alte Lehre von der Leitung des plastischen Saftes durch die Rinde neue und unwiderlegliche Bestätigungen gefunden, sondern auch, zumal für die Function der Siebröhren, die bisher nur eine Hypothese war, den ersten thatsächlichen Beweis geliefert. Und es hat sich somit zugleich für die richtige Erkenntniss und Unterscheidung der von Schultz als Lebenssaftgefäße vermengten Organe, die einander wohl verwandt, aber nicht identisch sind, ein sicherer Anhalt ergeben.

1) Ueber ein System schlauchförmiger Gefäße u. s. w., Monatsberichte der Berliner Akademie, 1859, S. 705.

2) Ueber die Leitung des Saftes durch die Rinde u. s. w., Pringsheim's Jahrbücher f. wiss. Botan. II. S. 392.

ERSTER ABSCHNITT.

Organisation des Bastsystems.

Die anatomischen Elemente des dikotylen Stengels lassen sich auf zweierlei Weise einteilen: Erstlich, wenn man den Cambialring und die Zellbildung, die in ihm nach entgegengesetzter Richtung stattfindet, als Grenze betrachtet, in den Holzkörper und Rindenkörper; zweitens, wenn man den ersten Ursprung der Gewebsformen und ihre wesentliche Gestalt als Eintheilungsgrund nimmt, in das System primärer Gewebe oder das parenchymatische, und das System secundärer Gewebe oder das fibröse System.

Aus dem Urparenchym der wachsenden Gipfelknospe gehen durch wiederholte Theilung durch horizontale Wände senkrechte Reihen von Zellen hervor, die zuvörderst die Hauptmasse des jungen Stengels ausmachen. In ihnen erscheint ein Kreis von Zellbündeln, mehr oder weniger deutlich unter einander verbunden, die alsbald zu lebhafter Theilung übergehen, welche im Wesentlichen in entgegengesetzter Richtung durch senkrechte Scheidewände ausgeführt wird.

Aus diesen nun erzeugen sich sofort die in Gestalt von röhrigen Zellen und Gefässen gebildeten Anfänge des Holz- und Bastkreises, die nun das Mark von der Rinde sondern, indem sie jene zusammenhängende Parenchymmasse theilen, deren Zusammengehörigkeit sich in der Jugend durch die verhältnissmässig noch breiteren Markstrahlen deutlich verräth.

Das Mark und diejenige äussere Lage der Rinde, die zuerst aus dem Urparenchym der Gipfelknospe unmittelbar hervorgegangen ist, sind also das primäre — fast rein parenchymatöse — System, während der Holzring und die innere Rinde oder die Bastlage, d. h. die aus dem Cambium-Cylinder erzeugten Gewebe, das secundäre oder vorzugsweise fibröse System ausmachen.

Es darf daher nicht wundern, wenn wir ähnliche Dinge im Mark wie in der primären Rinde finden, da beide durch gleichen Ursprung und anfängliche Einheit innig verwandt sind.

Alle die Theile, die an der inneren Seite des Cambium-Cylinders gebildet werden, machen den Holzkörper aus, während man die in der Richtung nach aussen aus demselben erzeugten als „Bastschicht“ im weiteren Sinne zu bezeichnen pflegt.

Insofern die Elemente des Bastes ebenso wie die Organe des Holzes gruppenweis aus gesonderten Cambiumsträngen und nicht in geschlossenem Kreise entstehen, und insofern sie auch in der Folge durch die Markstrahlen getrennt bleiben, gehören je ein Baststrang und je eine Gruppe des Holzringes zusammen und machen mit einander ein sogenanntes Gefässbündel aus.

In den Gewächsen, die nach dem wahren Typus der Dikotylen gebaut sind, besteht das fibröse System stets aus einer deutlich unterscheidbaren, oft gesetzmässigen¹⁾ Anzahl solcher Gefässbündel, die neben einander einen einzigen Kreis ausmachen, und deren jedes sich aus dem ihnen angehörigen Streifen von Cambium fortentwickelt.

Jedes dieser Gefässbündel durchläuft eine bestimmte Anzahl von Internodien, sein unteres dünnes Ende vereint sich mit einem Nachbarstrang, während sein oberer stärkster Theil in einen Blattstiel austritt.

So communiciren nach unten hin die Elemente des Holzes und Bastes der verschiedenen Bündel des ganzen Stengelumfangs, während sie nach oben sich trennen, und nach aussen sich wendend ein Blatt nach dem anderen versorgen. Nur die eigentlichen Spiralgefässe, welche (die „Primordialstränge“ bildend) allein in der Peripherie des Markes vorkommen, bleiben oft an ihrem unteren Ende völlig isolirt.

Oberhalb in der Blattspreite spalten sich die Gefässbündel und bilden die Adern des Blattes, die im Wesentlichen aus denselben Elementen bestehen wie die Gefässbündel des Stammes.

Unterhalb in der Wurzel verschmelzen die einzelnen Bündel allmählich zu einem ungetheilten Cylinder. Es stehen somit die Gefässbündel durch den ganzen Pflanzenstock in unmittelbarem Zusammenhang, der, je älter sie sind, desto inniger wird.

Es war nöthig, auf dies Verhältniss einen kurzen Rückblick zu werfen, um für die Vertheilung der Bastorgane und zumal der Saftgefässe durch den Pflanzenkörper eine klare Anschauung zu gewinnen, da es natürlich unmöglich ist, die Gesammtheit derselben im Zusammenhange zu isoliren.

Das Holz besteht, wie bekannt, aus einem Gemenge von Holzfaserzellen, Holzparenchym, und den verschiedenen Arten der Gefässe, spiraligen, punctirten, gestrichelten u. s. w. Alle diese Dinge dienen im Wesentlichen der Zuleitung des noch nicht assimilirten („lymphatischen“) Saftes, wenn auch die Gefässe im Alter zum Theil mit Luft erfüllt sind. Alle, mit Ausnahme der echten Spiralgefässe, gehen in wiederholten Lagen aus der inneren Seite des Cambiums hervor.

Was dagegen zuvörderst aus der äussersten Peripherie des Cambium-Rohres heraustritt, sind gemeiniglich die bekannten dickwandigen und beiderseits zugespitzten Baströhren. Sie behaupten ebenso die äusserste peripherische Seite des Gefässbündels, wie die Spiralgefässe die innerste einnehmen.

Auf die Bastfaserbündel folgt nun bei Weitem in der Mehrzahl der Dikotylen parenchymatisches Zellgewebe untermengt mit jenen Saftgefässen, die von Hartig und v. Mohl entdeckt und Sieb- oder Gitterzellen genannt sind, ebenso wie auf die primordialen Spiralgefässe des Holzes Parenchym in Begleitung der getüpfelten Gefässe folgt. Mit Recht sind die 3 Elementarformen des Holzes auf diese Weise schon von den genannten Forschern den 3 Arten von Bastorganen verglichen worden.

Bei ausdauernden Gewächsen pflegen sich die Lagen von dickwandigen Röhren und Saftgefässen oft mehrmals zu wiederholen.

1) Vergl. Hanstein, Ueber den Zusammenhang der Blattstellung mit dem Bau des dikotylen Holzringes. Pringsheim's Jahrbücher, I. S. 233. — Nägeli, Beiträge zur Botanik, Hft. I.

Die eigentlichen Milchsaftgefässe kommen nun zum Theil in derselben Zone vor, wie diese, zwischen den Bastfasern und dem Cambium, bald diesen näher, bald jenen, bald in unmittelbarer Nachbarschaft der Siebröhren.

Aus diesen Elementen ist das Bastbündel viel mannigfaltiger zusammengesetzt, als das Holzbündel aus den seinigen, da bald eines, bald das andere fehlt, und da die Anordnung derselben eine sehr verschiedene ist. Nur jene Siebröhren scheinen keiner Gefässpflanze zu fehlen.

Nun aber treten sämtliche faserigen oder gefässartigen Elemente des Bastsystems auch im primären parenchymatischen System auf, bald gruppenweis zusammengestellt und bald völlig isolirt. Und zwar finden wir dieselben nicht allein im Parenchym der Rinde, sondern ebenfalls, wenn auch weniger häufig, im Mark, zumal in der Nähe des Holzringes, was sich aus dem gleichen Ursprung beider Gewebe, wie schon oben erwähnt, leicht erklärt. Es sind diese Gebilde gewissermassen als vorangeschickte Glieder zu betrachten.

In der specielleren Erörterung dieser einzelnen Theile des Bastsystems mögen nun die Gebilde, auf die es hier zuvörderst ankommt, vorangehen.

1. Milchsaftgefässe.

Die Milchsaftgefässe (*vasa laticis*, *vaisseaux laticifères*) sind diejenigen pflanzlichen Organe, welche in ihrer vollkommensten Form das ausgebildetste Gefässsystem der Pflanze überhaupt darstellen.

In vollendetster Entwicklung finden sie sich in den Familien der Cichoriaceen, Campanulaceen und Lobeliaceen. Mit diesen will ich daher, als mit der ausgeprägtesten Gestaltung derselben, beginnen.

Es erscheinen diese Gefässe hier in einer Zone, die bei den Cichoriaceen (T. VIII. F. 1, 5, 1.) in der äusseren Region der Bastseicht liegt, bei den Campanulaceen und Lobeliaceen unmittelbar das Cambium umgiebt (T. I. F. 2, 4, 1.). Man sieht eine grössere oder geringere Anzahl röhrenförmiger Schläuche theils unmittelbar neben einander, theils in geringer Entfernung der ganzen Länge nach ohne Unterbrechung das Gefässbündel begleiten (I. 4). Häufige Anastomosen verbinden diese Röhren seitlich und wiederholen sich zumal bei den unmittelbar benachbarten so oft, dass dieselben oft auf lange Strecken zu einem Bande mit einander verbunden sind. Zahlreiche kleine Vorsprünge, die bald stumpf endigen, bald feine Zweige zu den Nachbarn hinübersenden, geben ihnen eine mannigfach unregelmässige Gestalt (I. 1; VIII. 2). Grössere Verästelungen setzen sich in verschiedenen Richtungen durch das Rindenparenchym fort, im Allgemeinen jedoch sich nicht weit von dem Hauptzug entfernend.

Indem sie rings um den Stengel nicht allein durch die Vereinigungen der Gefässbündel selbst, sondern auch durch besondere Verzweigungen mit einander communiciren, bilden sie ein völlig geschlossenes Netz, das wie ein Mantel das Cambiumrohr und den Holzkörper des Stammes, der Aeste und Zweige umgiebt, und sich durch die gesammten Blattorgane seitlich ohne Unterbrechung ausbreitet.

Man kann einen solchen Gefässmantel freilich nicht unverletzt ganz und gar frei präpariren. Wohl aber gelingt es leicht, so grosse zusammenhängende Stücke davon aus der Ver-

bindung mit dem benachbarten Zellgewebe zu lösen, dass man sich dabei von der ununterbrochenen Continuität der Schläuche überzeugen kann (I. 1; VIII. 2).

Das einfachste und kaum jemals erfolglose Verfahren hierzu ist ein Kochen der betreffenden Theile in verdünnter Aetzkali-Lösung. Erleichtert man die Einwirkung dieses Reagenzes durch Zerkleinerung eines Stengelstücks oder durch Entfernen der Rinde vom Holz, so genügt oft schon ein Kochen von nur wenigen Secunden, um das Zellgewebe der Milchsaftgefäss-Schicht zu lösen. Bringt man alsdann einen Lappen davon auf ein Objectglas und giebt einen Tropfen Wasser darauf, so kann man durch leises Drücken mit der Präparir-Nadel unter dem Simplex leicht die übrigen Zellen zwischen den Gefässen herausschieben und diese in ihrer natürlichen Verbindung freilegen.

Es ist dies das Verfahren, welches ich überhaupt als das zweckmässigste befunden habe, und nach welchem die derartigen hierbei vorgelegten Präparate dargestellt sind. Wie stark die Lösung des Kali sein muss, ist freilich für jeden einzelnen Fall auszuprobiren, doch kommt man damit schneller und sicherer zum Ziel, als durch Maceration in Wasser. Am wenigsten empfehlenswerth ist für diese so zarten Organe die Maceration durch Salpetersäure und chloresäures Kali, wodurch Wand und Inhalt derselben zu sehr verändert werden. Noch deutlicher werden die Präparate, wenn man sie mit Jod-Tinctur oder Chlorzink-Jod behandelt, indem dadurch eine Verschiedenheit in ihrer eigenen und der Färbung der benachbarten Gewebe veranlasst wird.

Querschnitte des Stengels dieser Gewächse zeigen, dass in ihnen die Gefässe oft nahe gedrängt in einem fast geschlossenen Ringe stehen, und bei den Campanulaceen und Lobeliaceen dem Holzringe so nahe kommen, dass sie oft kaum durch eine einzige Reihe von Cambialzellen von ihm getrennt sind. Ja ich habe sogar in einzelnen Fällen im erwachsenen Stengel, dessen Cambium nicht mehr thätig erschien, einzelne Gefässe den Holzzellen unmittelbar anliegend gesehen (I. 1).

Desshalb bieten denn auch Längsschnitte, die in der Richtung der Tangente nahe dem Cambium geführt sind, meist gute Ansichten der Verbindungen dieser Gefässe in grösserer Ausdehnung dar.

Man überzeugt sich durch Betrachtung dieser leicht genug davon, dass dieselben aus Zellenreihen hervorgehen, wenn auch das Verschmelzen dieser Zellen in so frühem Stadium vor sich zu gehen pflegt, dass es sich bei der noch herrschenden Feinheit der Theile der directen Beobachtung entzieht. Aber die Anordnung der schlauchförmigen Hauptstämme der Gefässe entspricht genau der der benachbarten Zellen, und auch die Länge von diesen lässt sich in den unterscheidbaren Abschnitten der Schläuche häufig wiedererkennen.

Wer hier ein Entstehen derselben aus secundär austapezierten Intercellulargängen annehmen wollte, würde auf unüberwindliche Schwierigkeiten stossen.

Man darf von vorn herein nicht unbeachtet lassen, dass eine Auskleidung eines Intercellular-Ganges mit einer ringsum geschlossenen Membran nichts weiter sagen will, als eine Bildung von Zellen zwischen, d. h. ausserhalb von Zellen. Die moderne Physiologie kennt aber sonst keinen einzigen Fall einer solchen Zellgeneration in den Pflanzen, da vielmehr alle neuen Zellen ausschliesslich nur in anderen Zellen entstehen. Die Behauptung eines solchen Vorgangs bei Bildung der Milchsaftgefässe muss also so lange auf das Entschiedenste zurückgewiesen werden, als derselbe nicht mit vollendetster Evidenz bewiesen ist.

Die Gründe aber, mit denen jener anonyme Phytotom, der oben erwähnt ist, seine Hypothese stützt, beschränken sich hauptsächlich darauf, dass ihm bei Betrachtung feiner Schnitte, die mit Aetzkali behandelt waren, ein Erkennen einer eigenen Membran in den jungen Gefässen neugebildeter Pflanzentheile nicht möglich war.

Darauf muss ich erwidern, dass vielmehr grade, je jünger ein Pflanzentheil, um so leichter die Isolirung der Gefässe durch Kochen mit Kali gelingt. Wohl aber sind ihre Wände dann noch sehr fein, und dass man sie auf Schnitten noch nicht sieht, ist kein Beweis dafür, dass sie nicht existiren.

Wie aber soll man sich vorstellen, dass bei den Pflanzen der genannten Familien die dicht neben einander liegenden Schlauchtheile entstehen? Spaltet sich hier etwa ein Intercellular-Raum, d. h. eine Lücke? Jener Beobachter nimmt an, dass in diesem Falle erst ein Gefäss den noch engeren Raum ganz erfüllt habe, dass alsdann neben ihm ein neuer Intercellular-Raum entstanden und wiederum ausgekleidet sei und so fort. Mithin wären die dicht neben einander liegenden Gefässe eines Bandes verschieden alt. Ich habe durch meine Beobachtungen nichts davon bestätigt gefunden.

Dagegen findet die Entstehung dieser Gefässe aus Zellketten ihren mehrfachen Nachweis einerseits im Vergleich mit denen von Carica, andererseits in den Papaveraceen, die weiter unten besprochen werden sollen.

Als Schacht, bei seinem Aufenthalt auf Madeira, ein reichliches Material zur Hand hatte, ist es ihm gelungen, das Verschmelzen aus Zellen an den Milchsaftgefässnetzen von Carica Papaya direct nachzuweisen. Dieselben sind denen der drei genannten Pflanzenfamilien durchaus ähnlich, und unterscheiden sich nur durch die höchst auffallende Stellung innerhalb des Cambiumringes zwischen den Gruppen der getüpfelten Gefässe von jenen (I. 5).

Schacht¹⁾ hat gesehen und abgebildet, wie die Wände ganzer Reihen und Gruppen von Cambialzellen knotenartige Verdickungen bekommen, zwischen diesen Verdickungen resorbiert werden, so dass Löcher entstehen, dadurch mit einander in Verbindung treten und je länger je mehr verschmelzen (I. 8).

Ausserdem aber hat er Auswüchse und Fortsätze aus den so entstandenen Gefässstämmen hervortreten sehen, die, zwischen die benachbarten Parenchymzellen hindurchwachsend, sich theils weit hin verbreiten, theils einander entgegenkommend die Querverbindungen der grossen Gefässe herstellen (I. 6, 7).

Es kann kein Zweifel sein, dass die Entwicklung der Gefässe in den Cichoriaceen, Campanulaceen und Lobeliaceen völlig dieselbe ist, obwohl die ausserordentlich dünnen Häute der Gefässe und die Feinheit der Cambialzellen, aus denen sie entstehen, sich der directen Betrachtung des Verschmelzungs-Vorganges hier widersetzen.

Die Hauptzüge der Milchsaftgefässe erscheinen bei den beiden letztgenannten Familien meist in unmittelbarer Nachbarschaft des Cambiums, also entfernter von den dickwandigen fibrösen Bastzellen (I. 2, 4; X. 1—4, 1.). Einzelne Zweige jedoch entfernen sich von dort mehr oder weniger weit durch das Rindenparenchym nach aussen zu.

1) A. a. O.

Zumal ist Letzteres in grösserer Freiheit der Fall in den Wurzeln, in denen die Zahl der Gefässe und die Menge des Saftes bedeutender ist (I. 3). Besonders der Hauptwurzelstamm besitzt ihrer die grösste Menge.

In den Laubblättern begleiten die Milchsaftgefässe, von der Mittelrippe aus sich verzweigend, sämtliche Adern. Eine bedeutende Verbreitung in den parenchymatischen Zwischenräumen derselben haben sie nicht, indem man nur hin und wieder stärkere Gefässe die Bündel verlassen und das Parenchym selbst nahe der Oberhaut durchlaufen sieht.

Bei den Cichoriaceen finden sie sich ausser in der Rinde auch noch im Verein mit Siebröhren in besonderen Bündeln im Mark, und treten mithin auch auf der Markseite (oberen Seite) der Blattgefässbündel ähnlich wie auf der unteren auf¹⁾.

Neben den allerkleinsten Gefässbündelzweigen der Blätter habe ich sie vergeblich gesucht. Sie erreichen deren äusserste Enden nicht.

Auf diese Spiralgefässenden selbst ist es nöthig hier einen Blick zu werfen, da man in den phytotomischen Werken über den Verbleib derselben nur sehr unvollkommene Andeutungen findet.

Die mit blossen Augen sichtbaren Adern der Blätter pflegen meist ein Maschenwerk zu bilden, welches oft den Schein gewährt, als ob überhaupt die Spiralgefässe nirgend ein freies Ende besässen, sondern sich überall in geschlossenen Anastomosen wieder zusammenfügten. Die mikroskopische Beobachtung von feinen Schnitten giebt hier ebenfalls keinen hinlänglichen Aufschluss.

Es ist mir jedoch ein Verfahren gelungen, die Blätter vieler Pflanzen vollkommen durchsichtig zu machen, so dass man sämtliche Gewebeschichten derselben einzeln mit völliger Genauigkeit analysiren kann. Man legt zu dem Zweck die Blätter zunächst so lange in rectificirten Alkohol, bis sie völlig entfärbt sind, wozu zuweilen mehrere Tage, selbst Wochen, erforderlich sind, und alsdann einen oder mehrere Tage in concentrirte Kalilösung, wodurch die Zelllagen meist durchsichtig wie Glas zu machen sind.

In einigen Fällen bilden sich durch Einwirkung des Alkohol unlösliche Niederschläge, oder es werden gewisse Chromogene durch das Kali roth gefärbt, so dass man nicht zum Ziele kommt. Doch ist die Zahl der Pflanzen, bei denen dies Verfahren völlig gelingt, so gross, dass man leicht zu allgemeinen Gesetzen über die Vertheilung der kleinsten Spiralgefässe kommen kann.

Ich habe dadurch gefunden: 1) dass fast überall innerhalb der kleinsten Maschen der Adern seitlich von denselben sehr kleine Zweige, die nur aus einem oder sehr wenigen Spiralgefässen bestehen, plötzlich abbiegen und in das Innere der Masche verlaufen, wo ihre Gefässe sich vereinzeln, und mit blinden Enden zwischen dem Blattparenchym endigen und weder nach aussen, noch gegen die Athemhöhlen sich öffnen (IX. 13, sp.).

2) Dass diese kleinen Gefässbündelzweige aus sehr kurzen Gefässgliedern von prismatisch eckiger Gestalt bestehen, die desshalb oft eher wie treppenförmige oder netzförmige, als wie eigentliche Spiralgefässe aussehen.

3) Dass diese Glieder meist nicht ihre Querwände resorbiren, sondern durch dieselben getrennt bleiben und mithin nicht Luft, sondern Saft führen, auch vermuthlich geschlossene Tüpfel behalten.

1) Die speciellere Schilderung des Milchsaftgefässsystems dieser Pflanzen folgt im dritten Abschnitt.

4) Dass die letzten frei endenden Glieder häufig dick, eiförmig oder sackförmig aufgeschwollen sind und mithin mit vergrößerter Oberfläche an die Parenchymzellen grenzen.

5) Dass die letzten oder vorletzten Glieder dieser Zweige zuweilen durch Zellen ersetzt sind, die genau dieselbe Form, aber durchaus keinerlei faser- oder treppenförmige Wandverdickung zeigen, also unfertige Gefässanfänge sind. Dass dafür im Gegensatze einzelne Spiralgefässglieder auch ganz isolirt im Parenchym vorkommen.

6) Endlich, dass diese kleinsten Gefässenden an Form, Zahl und Anordnung der Gefässglieder und in den Winkeln, unter denen sie sich trennen und verlaufen, so viel charakteristische Unterschiede in den verschiedenen Familien bemerken lassen, dass die Feststellung derselben eine wichtige Bereicherung der vergleichenden Phytotomie ausmachen würde.

Was nun die Beziehung dieser letzten Ausläufer des „lymphatischen Gefässsystems“ zu den entsprechenden Theilen des Bastsystems betrifft, so hören, wie gesagt, die sämtlichen Elemente dieses letzteren, Bastfasern, Milchsaftgefässe und Siebröhren, in allen von mir mit genügender Sicherheit beobachteten Fällen früher auf, begleiten nur die stärkeren Bündel der Maschen, und überlassen jenen Gefässchen zuletzt den Raum allein¹⁾.

Zumal in dünnen Blättern lässt sich dies leicht mit zweifelloser Evidenz beobachten. Es giebt deren, die innerhalb der Maschen nur aus vier Zelllagen bestehen, nämlich den beiden Epidermis und zwei parenchymatischen Schichten. Zwischen beiden letzten gewahrt man dann die isolirten Spiralgefässglieder in scharfen Conturen verlaufen und endigen, ohne von irgend einer bastartigen oder röhrigen Zelle begleitet zu sein. An diesen letzten Enden scheint also eine Verbindung beider Gefässsysteme nirgends stattzufinden.

Der Bildung des Milchsaftgefässnetzes der genannten drei Familien wäre, wie schon oben bemerkt, das der Gattung *Carica* durchaus analog, wenn dies nicht durch die erwähnte höchst sonderbare Stellung abwicke, die mir sonst in dieser Weise aus keiner anderen Pflanzenfamilie bekannt ist. Es gehen nämlich die Zonen der netzförmig verbundenen Milchsaftgefässe (I. 6, 7) der *Carica* aus der inneren Seite des Cambiums in mehrfacher Folge hervor, und wechseln dabei mit Gruppen von Tüpfelgefässen ab, umgeben von parenchymatischen dünnwandigen Zellen, die die Stelle der eigentlichen Holzzellen ersetzen (I. 5, 1.).

Diese von Schacht und Trécul an *Carica Papaya* gemachte Beobachtung habe ich an *C. microcarpa* durchaus bestätigt gefunden. Die Rinde scheint keine eigenen Milchsaftgefäss-Ringe zu entwickeln. Dagegen muss ich eins den Beobachtungen Schacht's hinzufügen, dass nämlich die Markstrahlen der *C. microcarpa* auch einzelne querliegende Milchgefässstämme besitzen. Diese durchziehen mitten im Parenchym derselben die ganze Länge des Markstrahles vom Mark durch die Cambiumzone und sämtliche Bastlagen bis zur äusseren Rinde, und sind durch starke Querverbindungen mit den Hauptketten der Gefässstämme, die innerhalb der einzelnen Gefässbündel-Gebiete liegen, vereinigt. Im Mark selbst und in der äusseren Rinde habe ich dergleichen nicht bemerkt (I. 5, lh.).

Die Milchsaftgefässe der *Carica* haben ziemlich dicke Wände und entstehen aus nicht sehr engen, oft ziemlich kurzen Cambiumzellen, wodurch eben ihre Entwicklung so leicht zu beobachten ist.

1) Vergl. Abschnitt III.

Bei dieser Pflanzengattung war es denn auch, dass Trécul die unmittelbare Berührung zwischen Holz- und Milchsaftgefässen beobachtete, indem sowohl stärkere Schläuche als auch die feinen Fortsätze der letzten sich an die ersten anlegen.

Es hat mir nun zwar die von Trécul untersuchte Art nicht zu Gebote gestanden, und ich habe nur *C. microcarpa* untersucht. Allein ich habe in dieser im Ganzen ebenso gebauten Pflanze sowohl das Vorkommen von Milchsaft führenden Holzgefässen, als auch das nahe Herantreten der Milchsaftgefässe an einige Holzgefässe bestätigt gefunden. Auch erscheint es mir nicht unmöglich, dass in diesen Fällen an den Berührungsstellen nicht nur die Tüpfel der Holzgefässe sich wirklich öffnen, sondern auch die Haut des berührenden Milchsaftgefässes resorbirt wird, so dass eine offene Verbindung entsteht, durch welche Milchsaft in das getüpfelte Gefäss gelangen kann, obwohl es mir freilich niemals gelungen ist, eine solche offene Verbindungsstelle durch einen Schnitt blosszulegen, oder durch Freilegung einen derartigen Zusammenhang darzutun. Auch Schacht hat dergleichen nirgends beobachtet.

Allein schon bei den übrigen eben besprochenen Pflanzenfamilien habe ich selbst eine derartige Berührung — ausser etwa in den seltenen Fällen bei Campanulaceen oder Lobeliaceen — nirgends auffinden können, obwohl auch hier eben Holzgefässe mit Milchsaft nicht selten sind. Es bleiben ja auch beide Systeme in diesen Pflanzen überhaupt geschieden, und kommen auch Milchsaftgefässe bei den Cichoriaceen im Marke vor, so habe ich sie doch im Holzkörper selbst nicht wahrgenommen, auch in der Wurzel nicht, die durch den Mangel eigentlicher verdickter Holzzellen mit dem Stamme der *Carica* viele Aehnlichkeit hat.

Und wenn ich hierbei erwäge, dass im Allgemeinen doch — wenigstens so weit ich es bemerkt habe — die Milchsaft führenden Holzgefässe sehr viel seltener sind als die, welche keinen enthalten, und dass es mir ausserdem in keiner Familie, als in den Aroideen, gelungen ist, beiderlei Organe in unmittelbarer Berührung anzutreffen, so erscheint mir eine Vereinigung von beiden in der That nur ein Ausnahmefall zu sein, der sich vermuthlich nur auf diese wenigen Pflanzen beschränkt, wo die Milchsaftgefässe nicht durch das Cambium vom Holze getrennt, sondern im Gebiete desselben selbst erscheinen, wodurch eben, so viel mir bekannt, *Carica* unter den Dikotyledonen allein dasteht.

Freilich bliebe dann in allen diesen anderen Familien das Vorkommen des Milchsaftes in den Holzgefässen vorläufig noch ein Räthsel¹⁾.

Demnächst bietet die Familie der Papaveraceen eine sehr vollkommene Entwicklung dieses Gefässsystems dar, zu dessen Beobachtung ausser *Chelidonium* und *Papaver* vorzugsweise die Gattung *Sanguinaria* zu empfehlen ist.

Die Milchsaftgefässe erscheinen im Stengel dieser Gewächse meist dicker, sie sind jedoch nicht, wie in jenen erst besprochenen Pflanzen, zu bandförmigen Gruppen vereinigt, sondern laufen meist in grösserer Entfernung und von einander getrennt und zwar zerstreut in der Umgebung des Basttheils jedes Gefässbündels bis in die primäre Rinde (I. 10; IX. 21). Einzelne erscheinen auch im Mark (m.). Ins Innere des Holzes dringen sie nirgends ein.

Seitliche Auswüchse oder Quer-Anastomosen, die durch solche dargestellt wären, kommen hier auch nicht vor.

1) Vergl. Abschn. III., Papayaceen.

In den Blättern folgen die Milchsaftgefässe im Wesentlichen ebenfalls dem Lauf der Gefässbündel, und wenn man häufige Querverbindungen zwischen diesen hat wahrnehmen wollen, die frei durch das Parenchym gehen, so hat man wohl meist die feinen Spiralgefässchen, die sie hierbei begleiten, übersehen. In einzelnen Fällen kommt dies freilich vor, und zwar zumal in Kelchblättern und Fruchtklappen, wo die Milchsaftgefässe in solcher Menge vorhanden sind, dass sie die Gefässbündel verlassen und zwischen denselben oft dicht gedrängt das Parenchym durchziehen. Hier und in den Laubblättern entstehen dann auch netzförmige Vereinigungen, während doch, wie schon gesagt, die letzten Spiralgefässenden von ihnen frei bleiben.

Dessgleichen wird der Verlauf dieser Gefässe in den Wurzeln complicirter, wo sie die dicke Rinde in mancherlei Richtung durchsetzen und sich unter einander verknüpfen.

Hier kann man dann auch ihr Entstehen aus Reihen einzelner Zellen mit solcher Deutlichkeit wahrnehmen, dass es schwer einzusehen ist, wie dies in Abrede gestellt werden kann. Man sieht nicht allein die zu einem Gefäss vereinigten Züge von Zellen völlig in ihrer ursprünglichen Form neben einander liegen, sondern findet sehr häufig ganz eben so geordnete und mit Milchsaft erfüllte Zellen, die noch gar nicht oder nur zum Theil verschmolzen sind, bei einander. Ja ganz isolirte Zellen der Art kommen ebenfalls vor.

Dies ist zumal mit völliger Evidenz im Wurzelparenchym von *Sanguinaria canadensis* zu beobachten, wo die Zellen, die die Gefässe bilden, rundlich, von bedeutender Grösse und mit stark gefärbtem Saft erfüllt sind, so dass man ihre Reihen, Perlschnüren ähnlich, schon durch die Lupe erkennen kann (I. 9, 11). Auch im Stengel findet man häufig dergleichen Milchsaft-Zellreihen, deren Querwände nicht aufgelöst sind, und man kann dieselben schon bei schwacher Vergrösserung durch die Anhäufung des gefärbten Safts an diesen Querwänden erkennen (I. 10, pt.). Am durchgreifendsten dagegen dürfte die Verschmelzung in den Blättern sein.

Demnächst sind es die Urticinen im weiteren Sinne des Worts, die ein reich entwickeltes System von Milchsaftgefässen führen; doch zeigt auch dies wieder bemerkenswerthe Abweichungen.

Wohl ist der Ort ihres Vorkommens im Allgemeinen derselbe; sie verlaufen zerstreut, besonders in der Rinde, in der äusseren Umgebung der Bastfaserbündel, und ausserdem in einigen Gattungen, wie zumal *Ficus*, auch einzeln im Mark, keine im Holz. Allein sie sind weder so häufig und deutlich gegliedert wie in den Papaveraceen, noch so regelmässig zu einem engmaschigen Netzgeflecht verbunden, wie die der drei erst besprochenen Familien.

Vielmehr laufen sie innerhalb jedes einzelnen Stengelgliedes fast einzeln und ununterbrochen als gleichmässige Schläuche fort, indem sie nur selten einmal einen Ast aussenden oder mit einem anderen Gefäss in Verbindung treten. Dagegen bilden sie innerhalb der Blattknoten und in den Blättern sehr zahlreiche Verästelungen und lassen hin und wieder auch netzartige Vereinigungen der Aeste sehen (I. 14, 15). Auch bemerkt man an ihnen sehr kleine und feine Fortsätze, welche stumpf endigen, und denen der Cichoriaceen ähnlich sind, wenn sie diese auch an Zahl und Kleinheit nicht erreichen (I. 13). Auch die grösseren Zweige sieht man häufig im Parenchym blind endigen, doch auch diese nicht in den Holzkörper eindringen.

Bei *Ficus* und *Morus* haben die Milchsaftgefässe dünne und glatte Wände, und lassen von ihrem Entstehen aus Zellen nicht leicht deutliche Spuren wahrnehmen. Wohl aber bemerkt man sie, wenn man feine Schnitte durch eine Zweigknospe macht, leicht in mannigfach geschlängelter Verlauf wie zarte durchsichtige Canäle zwischen dem jungen parenchymatischen Gewebe (II. 2).

Dergleichen Ansichten haben jenen anonymen Forscher eben zu der Meinung verleitet, dass dies Intercellulargänge seien, aus denen die Gefässe entstanden.

Aber es spricht nicht allein gegen diese Ansicht der Umstand, dass die vermeintlichen Intercellulargänge genau die Breite der benachbarten Parenchymzellen haben, und dass sie in Richtungen laufen, in denen man so weite Gänge nie zwischen den Zellen wahrnimmt, wie z. B. quer durch das Gewebe des Knotens. Sondern es ist auch grade hier ganz besonders leicht, wenn man eine noch unentfaltete Laubknospe in schwacher Kalilösung wenige Secunden kocht, die gesammten Milchsaftgefässe derselben, meist im Zusammenhange, bis zu den feinsten Enden hin freizulegen (I. 13—15).

Wären dieselben nun Zwischenzellenräume, die sich nach und nach auskleiden, so müsste man an den Enden derselben die Membran dünner werden und endlich aufhören und das Gefäss an seinem Ende ungeschlossen sehen. Statt dessen überzeugt man sich leicht davon, dass alle Enden mit stumpfer Kuppe geschlossen aufhören (I. 13).

Wohl aber sind einige der kleinen letzten Zweige so dünn und zart, dass es mir nicht minder wahrscheinlich ist, dass sie, wie bei den Cichoriaceen und bei *Carica*, seitwärts aus ihren Stämmen hervorgesprosst sind, als dass sie aus besonderen Zellen entstanden wären.

In den dickeren Blättern mancher Feigenarten zerstreuen sich die Milchsaftgefässe weit durch das Parenchym und gelangen selbst bis dicht unter die Epidermis. Nirgends dagegen findet sich auch hier eine directe Vereinigung derselben mit den Gefässen des Holzes.

Bei *Humulus* sind die Milchsaftgefässe im Verhältniss dicker, doch sonst in ihrer Vertheilung ähnlich. Zumal begleiten sie die Blattgefässbündel, besonders an der unteren Seite, die grösseren zu mehreren neben einander, die kleineren einzeln, als lange ununterbrochene Schläuche. Der Saft, der besonders im geronnenen Zustand von dunkler Farbe ist, macht die Gefässe selbst im unverletzten Blatt leicht kenntlich, und lässt wahrnehmen, wie dieselben lange nicht bis in die feinsten Verzweigungen der Gefässbündel mitgehen. Vielmehr hören sie früher auf, und bestehen gegen das Ende hin häufig aus einer Reihe einzelner zuletzt ganz kurzer Zellen, die noch durch Querwände getrennt sind.

In der Gattung *Acer* sind es fast völlig einfache Schläuche, die den milchichten Saft enthalten (II. 5—7). Sie liegen nicht an der äusseren, sondern an der inneren Seite der Bastfaserbündel in einer Gruppe beisammen und endigen mit abgestumpften Enden, mit denen sie senkrecht über einander stehen. Zuweilen sind sie an diesen Enden, zuweilen seitwärts mittelst Durchbrechung der Wand vereinigt (6, cop.). Ihre Längswände zeigen besonders bei Behandlung mit Chlor-Zink-Jod-Lösung dieselbe Tüpfelbildung, wie sie die Siebröhren zu haben pflegen (II. 7), und es kommen zugleich mit ihnen Siebröhren von derselben Weite und in derselben Anordnung vor. Diese und jene vertreten einander der Art, dass sie bald in derselben Rinde an correspondirenden Stellen mit einander wechseln, bald aber die einen die anderen fast ganz ersetzen. So findet man in *Acer platanoides* fast nur Milchsaftgefässe, in *A. Negundo* fast nur Siebröhren (II. 8, cr.) genau an denselben Orten. Es bleibt daher kein Zweifel, dass in dieser Gattung jene Organe aus diesen hervorgehen.

Die Familien der Asclepiadeen und Apocynen nun besitzen endlich diejenigen Milchsaftgefässe, welche an Form und Bildung fast völlig den Bastfasern gleichen und daher nicht mit Unrecht schon seit Moldenhawer für solche erklärt sind. Wenn man aber durch sie zu dem Schluss gekommen ist, dass desshalb alle wirklichen Milchsaftgefässe, die überhaupt eigene Wände be-

sitzen, und nicht bloss „Gänge“ zwischen den Zellen sind, als Bastzellen zu betrachten seien, so ist dies unrichtig, da alle die bisher besprochenen Milchsaftegefäss-Arten mit den eigentlichen Bastzellen kaum irgend etwas gemein haben, als den Ort ihres Vorkommens, und die langgestreckte röhrlige Gestalt.

Hier jedoch bei den letztgenannten Familien sind die Gefässe in der That an beiden Enden zugespitzt (II. 3b), wie die Baströhren, besitzen nicht selten verdickte Wände, die häufig sogar dieselbe charakteristische Streifung erblicken lassen, und liegen grösstentheils einzeln mit ihren Enden neben einander. Dabei sind sie bald allein genau an der Stelle, die sonst den Bastfasern zukommt, zu finden, bald sind sie mit diesen in denselben Bündeln vereinigt oder sie umgeben dieselben. Ja, man findet zwischen vollkommen dickwandigen, punctirten Baströhren, die ganz klaren Saft haben, und dünnwandigen mit Milchsafte erfüllten Gefässen nicht selten alle Uebergänge bei einander.

Andererseits aber darf nicht übersehen werden, dass auch bei dieser Gefässform neben den einfachen zweispitzigen Individuen auch die verästelten und verwachsenen Gefässe vorkommen (II. 3a, 4) und in den Stengelknoten sogar häufig und gewöhnlich sind. So sind sie bei *Nerium Oleander*, dessen Gefässe meist dünnhäutig und sehr zahlreich sind, leicht zu finden und denen von *Ficus* und *Morus* ähnlich. Auch erblickt man die Gefässe nicht allein in den Bastbündeln, sondern, zumal bei der genannten Pflanze, durch die gesammte primäre und secundäre Rinde, und sogar zahlreich genug selbst im Mark.

In Bezug auf Vertheilung und Form herrschen jedoch bei den hierher gehörigen Gattungen noch mancherlei Unterschiede, welche im Speciellen zu verfolgen die Grenzen dieser Arbeit zu weit ausdehnen würde.

Das Milchsaftegefässsystem der Euphorbiaceen hält zwischen den eben besprochenen Bildungen die Mitte und ist bald dem von *Ficus*, bald dem von *Nerium* und *Vinca* ähnlicher; d. h. die einzelnen Gefässe gleichen entweder an Form und Stellung den Bastfasern, wie unter anderen in *Ricinus* und *Mercurialis*, oder sie sind verzweigt und laufen in verschiedener Richtung durch das Parenchym von Rinde und Mark, wie in den meisten echten Euphorbien. Jene dem Bast ähnlichen besitzen zum Theil sogar auffallend stark verdickte Wände.

Die sogenannten Milchsaftegefässe der Gattung *Sambucus* (II. 9, 10), die besonders *S. Ebulus* in gewaltiger Grösse besitzt, sind einfache, ununterbrochen fortlaufende weite Schläuche, die weitläufig um die Peripherie des Markes vertheilt sind und vielleicht hin und wieder auch in der Rinde vorkommen. Ihr Saft verhält sich vom gewöhnlichen Milchsafte verschieden, indem er bei Behandlung mit Aetzkali sich dunkel braunroth färbt, gerinnt und sich zusammenzieht und dabei in lauter kurze, walzenförmige, fast scharfkantige Stücke zerspringt. Aehnliches zeigt in geringerem Maasse auch der Saft von *Sambucus nigra*. Bei dieser Gattung ist mir das Vorkommen desselben Saftes in einzelnen Spiralgefässen besonders auffallend gewesen, da die so grossen Milchsafteschläuche derselben nirgends ein Aussenden von Aesten sehen lassen, und auch der Regel nach nicht in unmittelbarer Nähe des Holzes stehen. Beides könnte sich doch hier der Beobachtung nicht entziehen.

Eigenthümlich erscheint die Bildung der Milchsaftegefässe in der Familie der Aroideen. Sie treten hier der Regel nach als Mitglieder der einzelnen Gefässbündel auf, die sie ohne Unterbrechung, einzeln oder zu zweien, zur Seite der Spiralgefässe oder der Siebröhren begleiten. Allein ausserdem erscheinen sie auch vereinzelt im Parenchym, selbst in der Rinde. Ihr Saft

ist nur in seltenen Fällen, wie z. B. bei *Aglionema*, wirklich milchicht, verhält sich dagegen sehr oft ähnlich dem, welchen ich so eben bei *Sambucus* beschrieben habe.

Die Gefässe sind hier im Allgemeinen einfach und schlauchförmig, und bilden kein wirkliches Netz. Allein sie drängen sich zwischen die Fugen der benachbarten Gefässe und Parenchymzellen ein, und bilden so mancherlei Vorsprünge. Ja dieselben werden oft, indem sie tiefer zwischen die benachbarten Zellen vordringen, zu kleinen Zweigen¹⁾, die dann die Form von Intercellulargängen behalten. Schmiegen sich aber diese auch zwischen die Spiralgefässe, und wäre daher eine Communication mit den Poren derselben nicht unwahrscheinlich, so ist mir doch eine wirkliche Beobachtung einer solchen nirgends gelungen²⁾.

Anders wie alle die bisher besprochenen verhalten sich die Gefässe in *Clusia* (II. 12, 13), *Alisma* und in einigen verwandten Gattungen. Dieselben sind verhältnissmässig weit und ziehen einzeln durch das Parenchym von Mark und Rinde. In *Alisma* sind sie zu einem vollkommenen Netzwerk vereinigt. Sie lassen jedoch weder auf Längs- noch Querschnitten eine eigene Membran erkennen, sondern sind vielmehr durch eine Kreisstellung sehr feiner röhrenförmiger Zellen gebildet, die die Wandung des Gefässes ausmachen und sich auffallend von den benachbarten weiten Parenchymzellen unterscheiden. Und wenn man Theile dieser Pflanzen chemisch macerirt, so pflegen sich zuletzt diese kleinen Wandzellen zu trennen, ohne dass eine selbstständige Haut des Gefässes sichtbar würde.

Jener ungenannte Beobachter der Milchsaftgefässe erklärt daher diese vor allen für blosse Intercellulargänge und Unger stimmt ihm in Bezug auf *Alisma* bei, dessen Gefässsystem er ausführlich beschrieben und durch gute Abbildungen erläutert hat. Meyen freilich spricht den Gefässen von *Alisma* eigene und denen von *Clusia* sogar dicke Wände zu, ohne dass ersichtlich würde, was er meint.

Allein es sprechen dennoch gewichtige Gründe gegen die Entstehung dieser Organe aus Intercellulargängen, selbst wenn es nie gelänge, eine andere direct nachzuweisen, oder eine eigene Gefässhaut aufzufinden.

Die Intercellulargänge können der Regel nach nicht leicht weiter werden, als die Zellen, durch deren Auseinanderweichen sie entstehen. Nur dadurch können weitere Lücken gebildet werden, dass das Zellgewebe der Umgebung durch Theilung sich zu vermehren fortfährt. Ausserdem kommt aber die Bildung grösserer Gänge, wie z. B. in den Equisetaceen, nur noch durch Resorption von Zellen zu Stande.

Sehen wir hier nun weite Röhren von einem einfachen Ringe feiner Cylinderzellen eingefasst, welche von Theilung keine Spur erblicken lassen, und an Durchmesser vielmal enger sind, so ist mir wenigstens eine Entwicklung derselben aus einem Intercellularraum unverständlich, und ich halte mich überzeugt, dass sie ursprünglich aus einer Reihe Zellen entstehen müssen, die schon sehr früh ihre Querwände und vielleicht auch ihre Seitenwände resorbiren. Dazu kommt der beachtenswerthe Umstand, dass die kleinen Wandzellen bei der Maceration lange noch in Form des Gefässes zusammenhalten. Und endlich glaube ich bei *Clusia* in der That Lappen der eigenen Gefässhaut ausser den kleinen Wandzellen mit Sicherheit gesehen zu

1) Vergl. Karsten, „Ueber das Vorkommen der Gerbsäure in den Pflanzen“. Bericht der Berliner Akademie, 1857, p. 71.

2) Vergl. das Ausführlichere im III. Abschnitt, Aroideen.

haben (II. 11, mc.). Jedenfalls muss man Angesichts so vieler Fälle von Resorptionen von Zellen mit einer so unwahrscheinlichen Annahme vorsichtig sein.

Bei der Gattung *Rhus* ist es mir so wenig wie Anderen gelungen, Wände der Milch führenden Canäle zu erkennen. Auch sind sie nicht von dergleichen kleinen Wandzellen gebildet, sondern einfach von gewöhnlichen Parenchymzellen umgeben. Es lässt sich daher hier nicht entscheiden, ob etwa auch Resorptionen stattfinden, oder ob es hier in der That Zwischenräume sind, in denen der Milchsaft sich sammelt.

Alle übrigen hier und dort vorkommenden Milchsaft führenden Gefässe schliessen sich den beschriebenen Formen an. Es würde zu weit führen, jeden einzelnen Fall zu besprechen, und ich begnüge mich mit der Darstellung dieser hauptsächlichsten Formen.

Aus Allem geht hervor:

- 1) Dass diese Schläuche, die den milchichten Saft führen, wahre Gefässe, d. h. Verschmelzungen von Zellen, „Zell-Fusionen“ nach Unger, sind. Und zwar tritt die Verschmelzung bei ihnen in grösserer Vollkommenheit auf, als bei den Gefässen des Holzes, in so fern man häufig die einzelnen Glieder nicht mehr unterscheiden kann.
- 2) Dass die Milchsaftgefässe in den meisten Fällen von den Bastfasern so verschieden sind, dass sie durchaus nicht als ihnen identisch angesehen werden können, sondern mit Recht Anspruch haben, als eigenthümliche Organe des Bastsystems gewürdigt zu werden.
- 3) Dass sie ein in sich abgeschlossenes System bilden, sich in der Mehrzahl der Fälle nur mit ihres Gleichen verbinden, und eine offene Communication mit den Gefässen des Holzes nicht nachweisen lassen, selbst in den seltenen Fällen nicht, wo sie mit Spiralgefässen unmittelbar benachbart sind, und dass sie auch keine dergleichen Vereinigung mit anderen Elementen der Bastseicht eingehen.
- 4) Dass sie gewöhnlich schon vor den Spiralgefässen, also als erstes Glied des prosenchymatischen Systems aus dem Cambium hervorgehen, und ihre letzten Enden an Dicke die feinsten Spiralgefässe oft weit übertreffen.
- 5) Dass sie jedoch, mögen sie im Stengel auch vereinzelt auftreten, die Gefässbündel überall hin bis in die Blätter und Blüthen hinein begleiten, und sich denselben in den Blättern zumal am innigsten anfügen.
- 6) Dass sie aber schliesslich dennoch die letzten Enden der Spiralgefässe allein verlaufen lassen, stumpf und blind endigen, und mehr Neigung zeigen, sich im Parenchym zu verlieren, als sich an die anderen röhbrigen Organe des Gefässbündels zu binden.

2. Siebröhren.

(*Vasa cribrosa, tubes cribieux.*)

Die Milchsaftgefässe finden sich nur als Besitzthum einer verhältnissmässig geringen Anzahl von Pflanzen. Dagegen scheint die zweite Art röhrenförmiger Organe in der Bastseicht ebenso ausnahmslos wie die Spiralgefässe im Holz aufzutreten, und auch diese zeigen eine gefässartige Bildung. Bei den Dikotylen stehen sie meist nahe der Aussenseite des Cambium-Cylinders, bei den Monokotylen nehmen sie die innere Gegend der Gefässbündel ein.

Mohl und Hartig¹⁾ schildern diese Röhren aus einer Anzahl von Pflanzen, zumal holzigen, in denen dieselben eine besonders deutliche Bildung siebartiger Poren darbieten. Beide jedoch halten auch diejenigen Röhren, welche die Siebporen vermissen lassen, aber doch dieselbe Stellung im Gefässbündelsystem einnehmen, für analoge Organe. Auch Nägeli²⁾ macht darauf aufmerksam, dass man die fast allgemein an der Aussenseite des Cambiums erscheinenden Gruppen feiner Röhrenzellen nur mit Unrecht für Cambiumzellen zu halten pflege, da sie vielmehr, wenn auch immer diesen ähnlich, doch eine selbstständig ausgebildete Gewebeform seien. Er nennt sie Cambiform³⁾.

In den verschiedenen Pflanzen zeigen diese Röhren eine grosse Mannigfaltigkeit zumal in der Anordnung der Poren und Verdickungen ihrer Membranen, wie dies aus v. Mohl's und Hartig's Schilderungen hervorgeht. Allein es lassen sich doch gewisse Hauptformen herausfinden, die von sehr allgemeinem Vorkommen sind.

So kann man besonders zweierlei Bildungen in fast allen Fällen wiederfinden. Die eine besteht in walzenartig röhrigen, langgestreckten Zellen, die mit horizontalen oder geneigten Querwänden aufeinanderstehend, meist in mehreren Reihen neben einander ununterbrochen fortlaufende Züge bilden, welche das Gefässbündel der Länge nach begleiten. Diese sind die bei Weitem charakteristischsten Elemente dieses Systems (I. 4; IV. 5, 20; VIII. 1; X. 5, cr.).

Die anderen sind Zellen von im Allgemeinen parenchymatischer Form, weniger lang gestreckt wie jene, wenn auch oft von sehr geringem Durchmesser; sie begleiten und umhüllen jene Röhren in der Weise, wie im Holzkörper die Holzzellen die getüpfelten Gefässe umgeben (pa., cr.).

Jene werde ich mit Hartig schlechthin als Siebröhren, diese als Siebparenchym bezeichnen, und es sei vorläufig gestattet, der Einfachheit und Uebersichtlichkeit wegen diese Ausdrücke auch in den Fällen anzuwenden, wo die Siebporenbildung bisher noch nicht erkannt ist. Die bündelförmigen Gruppen, in denen beide Elemente mit einander aufzutreten pflegen, mögen kurz Siebröhrenbündel genannt werden.

Bei den eigentlichen Siebröhren sind es besonders die Querwände, welche das Ansehen eines Siebes darbieten. Dieselben sind netzartig mit Verdickungsleisten bedeckt, deren Zwischenräume hin und wieder, wenn sie gross genug sind, durch sehr kleine Poren noch einmal punctirt erscheinen. Die Löcher zweier zusammenstossender Wände passen genau auf einander. Auf den Längswänden treten meist nur zerstreute grössere oder kleinere Tüpfel auf, die zuweilen ebenfalls noch punctirt sind. Doch können die Längswände dieser Bildung auch entbehren.

Dagegen nimmt das Siebparenchym besonders auf den Seitenwänden der Zellen an jener Tüpfelung Antheil, und lässt darin manche Verschiedenheit wahrnehmen.

Das Charakteristische im Ansehen der Siebröhren wird überdies noch dadurch erhöht, dass die querlaufenden Endwände meist einen grösseren Durchmesser haben als die Röhren selbst, und diesen dadurch ein keulenförmiges oder knochenförmiges Ansehen verleihen (IV. 5).

1) Mohl und Hartig in den oben Seite 9 citirten Schriften.

2) Nägeli a. oben a. O.

3) Vergl. Nachbemerkung, am Schluss.

Wie schon oben bemerkt, so ist der Ort ihres Auftretens zwischen den Bündeln dickwandiger Bastfasern und dem Cambium (IV. 2, 6; IX. 16—20 u. s. w.), und wiederholen sich jene, so erscheinen auch oft die Siebröhrenbündel wiederholt und mit ihnen wechsellagernd. Bastparenchym gewöhnlicher Bildung und Krystall führendes Parenchym pflegen die Lücken zwischen ihnen zu erfüllen, während ausserdem auch die Milchsaftegefässe, wo sie vorhanden, häufig ihnen unmittelbar benachbart oder selbst unter sie gemischt sind.

Der Querdurchmesser der Siebröhren ist sehr verschieden. Oft sind sie viel schmäler, als die Cambiumzellen, aus denen sie hervorgegangen sind, so dass diese zu ihrer Erzeugung sich durch Längswände theilen müssen. Und die Häufigkeit eben dieses Umstandes hat diese Organe wohl allein so lange verborgen gehalten. Seltener erreichen oder übertreffen sie an Stärke sowohl die Bastfaserzellen als auch die Milchsaftegefässe. Das Siebparenchym hat oft sogar Zellen von noch grösserer Feinheit.

Die Siebröhren scheinen nun ganz allgemein durch Resorption der primären Zellwand innerhalb der Siebporen mit einander in offene Communication zu treten, und somit zu wirklichen Gefässen, wie die Gefässe des Holzes, zu verschmelzen. Dabei findet aber zugleich eine auffallende Entwicklung der Querwand statt. Diese ist von Hartig an den besonders grossen Siebröhren der Kürbispflanze (III. 1—19) beobachtet und beschrieben, und auch v. Mohl hat Einiges davon gesehen, ohne jedoch zur Ueberzeugung einer wirklichen Oeffnung der Poren gelangt zu sein, welche Hartig seinerseits als allgemein auch für andere Pflanzen annimmt¹⁾.

Wie schon bemerkt, passen zwei auf einander stossende Siebröhren mit ihren Endwänden und den Poren derselben genau auf einander (III. 3, 4, 7). Dieselben schliessen sich so innig an einander an, dass die Trennungslinie gemeiniglich völlig unsichtbar wird. Beide vereinigten Wände stellen nun eine gemeinsame siebförmige Scheidewand zwischen den beiden Röhren vor, welche die Längswände derselben an Dicke übertrifft. Ich will diese Scheidewand in ihrem ursprünglichen Zustand als „Siebplatte“ bezeichnen (p. cr.).

In diesem ursprünglichen Zustande sieht man sie aber am seltensten. Vielmehr tritt schon meist in früher Jugend eine callöse Aufschwellung der Platte ein, die oft nach und nach so stark wird, dass sie ihre ursprüngliche Stärke zuletzt mehrmals übertrifft. Dabei wird die so verdickte Platte beiderseits uneben und zeigt Höcker, die regelmässig vertheilt sind, und deren Zahl etwa so gross ist, wie die der grossen Siebporen war. Die Verdickungsmasse erscheint stark lichtbrechend und von knorpliger Consistenz, aber sonst wie die Zellwand farblos und durchsichtig. Die Höcker der oberen und unteren Fläche entsprechen einander, und zwischen ihnen sieht man bei günstiger Ansicht feine Canäle gehen, welche, wie sich durch vergleichende Beobachtung in verschiedener Richtung herausstellt, die Stelle der ursprünglichen weiten Siebporen einnehmen (III. 5, 8). Die Verdickung am Rande der Platte ist häufig viel stärker, so dass die ganze Platte beckenförmig oder, wenn sie sehr klein ist, oft nur ringförmig aussieht.

Durch Glycerin oder Chlorzink wird die so veränderte Querwand leicht so durchsichtig, dass von ihrer Structur wenig mehr zu sehen ist. Durch Behandlung mit Chlorzinkjod wird sie nun nicht mehr blau, sondern gelb gefärbt, und enthält also eine Stickstoffverbindung. Da man nichts mehr von der Siebplatte, so wie sie erst war, erblickt, so könnte man nun meinen, dieselbe sei nach Stoff und Form umgeändert. Allein in vielen Fällen erscheint nach Anwendung

1) Vergl. „Nachbemerkung“.

verschiedener Reagentien plötzlich die Siebplatte in früherer Gestalt unverändert wieder, während die callöse Verdickung verschwunden ist (III. 7). Es erhellt somit, dass nicht eine Umwandlung der Siebplatte stattgefunden, sondern nur ein davon verschiedener Stoff sich als Verdickungsschicht darauf abgesetzt hat. Derselbe überzieht mithin die stehen gebliebenen Theile zwischen den Siebporen, dringt über den Rand der Löcher durch diese hindurch, fliesst von beiden Seiten her zusammen, und lässt schliesslich so statt der ursprünglich weiten Löcher, die eine dünne Platte durchbrechen, nur enge Canäle übrig, welche die dicke Masse durchbohren.

Der Anblick der so veränderten Platten von der Fläche her unterscheidet sich nun dadurch, dass man eine mit Höckern besetzte Fläche an Stelle eines von grossen Löchern durchbrochenen Gitters erblickt (III. 1, 2). Ein unbefangener Vergleich lehrt, dass jenes viel häufiger als dieses ist. Zur Unterscheidung von der aus Zellstoff bestehenden Siebplatte will ich diese Beläge derselben als „callöse Platten“ bezeichnen (p. cl.).

Aus der blossen Betrachtung dieser Bildungen auf feinen Schnitten erhellt ein wirkliches Offenstehen der Löcher der Platte noch nicht. Unzweifelhaft geht dies aber nun aus folgendem Umstande hervor.

Durch Behandlung mit verschiedenen Reagentien wird die Inhaltsmasse der Siebröhren in Gestalt des sogenannten Primordialschlauches contrahirt (III. 6, 11, 19). Eine zähe und sehr deutlich schlauchförmige Membran ist im Inneren der Röhre ausgespannt, von den Wänden gelöst, mit geronnenem Inhalt erfüllt. An den Enden der Röhren jedoch behält dieser Schlauch die Weite derselben, und trennt sich von den callösen Platten gar nicht oder nur wenig. Vielmehr sieht man feine Fortsätze (j.) von seiner der Callusplatte anliegenden Endfläche aus durch diese hindurch ununterbrochen bis in den Raum der benachbarten Siebröhre hindurch dringen, und hier unmittelbar in den Inhaltsschlauch derselben übergehen.

Das ist noch nicht genug. Gemeiniglich erscheint der der Callusplatte nahe liegende Theil des geronnenen Zellinhalts zu einer dicken, dem Anscheine nach festen Masse verdichtet, welche nicht allein das erweiterte Ende des Inhaltsschlauches auftreibt, sondern auch die feinen Arme desselben, welche die Callusplatte durchsetzen, ebenfalls bis in die andere Siebröhre hinein erfüllt, und gewissermaassen eine natürliche Injection darstellt.

Behandelt man nun feine Schnitte oder in Kalilösung macerirte Siebröhren mit einer starken Lösung von Jod in Chlorzink, so färbt sich dieser verdickte feste (mt. cl.) Inhalt sehr dunkelbraun, der zusammengezogene Primordialschlauch (u. i.) weniger dunkel, die callöse Platte (p. cl.) jedoch bleibt heller und durchsichtiger gelb, und die Zellwände (m. c.) werden blau. Dann gewährt das Ganze einen höchst charakteristischen Anblick, bei dem man alle Theile gut unterscheiden kann. Die erweiterten Enden beider gegenüberliegenden Primordialschläuche, durch scharf gezeichnete, regelmässig vertheilte Arme verbunden (j.), welche deutlich die durchsichtige Zwischenmasse überall durchdringen, und deren äussere gekrümmt sind, gewähren ein kronenartiges Bild. Ist die Callusplatte, wie häufig, ganz aufgelöst, so wird diese Structur noch deutlicher, und es bleibt kein Zweifel einer offenen Verbindung beider Siebröhren. Man sieht die Verbindungstreifen, oft mehr oder weniger gereckt, den freien Raum zwischen beiden Schläuchen überspannen. Auch sieht man dann oft, wie sogar auf der Oberfläche der Callusplatten selbst, zwischen ihren Hügeln hin, bogige feste Verbindungsglieder zwischen den benachbarten Armen sich hinüberziehen (III. 9, 10, 11, i. arc.).

Die Hauptzüge dieses Verhältnisses hat Hartig¹⁾ in den weiten Siebröhren des Kürbis richtig erkannt und dargestellt, und seiner Ansicht, dass die Verbindungsstreifen feine Arme des Inhaltsschlauches seien, stimme ich bei. Nur hat er den Gegensatz der callösen Platten gegen den übrigen zu fester Masse gerinnenden Zellinhalt übersehen, und hält sie für einen Theil derselben. Jene werden aber vielmehr selbst, zugleich mit der von ihnen eingeschlossenen Siebplatte, von den Schlaucharmen durchsetzt, die ihrerseits von der dunkelbraunen festen Inhaltsmasse injicirt sind.

Hartig hält, wie v. Mohl, den Primordialschlauch für eine wirkliche vitale Haut, die er Ptychode nennt. Ich glaube dagegen, dass in den meisten Fällen die Auffassung von Pringsheim²⁾ richtig sei, dass derselbe nur die hautartige Aussenseite des geronnenen Inhalts ist. Hier aber scheint es mir, dass eine wirkliche Hautbildung die Siebröhren von innen auskleidet, die callösen Platten ebenfalls von innen überzieht, und durch ihre Canäle Fortsätze sendet, die mit solchen der anderen Zelle sich vereinigen. Sie ist dann jedoch nicht als die erste, sondern als die zuletzt entstandene Hautschicht zu betrachten, die zum Unterschiede von den ersten Stickstoff enthält. Ich will sie, sei sie nun eine wirkliche Haut oder nur eine zähe Auskleidung, kurz als „Innenschlauch“ bezeichnen (u. i.).

Fast überall kann man nun diese vier Dinge deutlich unterscheiden: die primäre Zellhaut mit der Siebplatte, die callösen Platten, den Inhaltsschlauch und die Ausfüllungsmasse im Endtheil des letzteren, die zu fester Consistenz erhärtet.

Letzte hört in einiger Entfernung vom Ende gewöhnlich plötzlich im Bienenschlauch auf, /m der im Uebrigen nur schleimigen Inhalt zeigt. Häufig enthält nur das eine zweier verbundenen Schlauchenden dergleichen Inhalt (III. 11, 17). Derselbe dringt dann von einer Seite her durch die callösen Platten durch, und erscheint in Gestalt zapfenartiger Vorsprünge mit freien Enden auf der anderen Seite derselben. Dann erhält man von dieser Seite her den Anblick von Höckern, die genau an der Stelle der ursprünglichen Sieblöcher stehen, während die Höcker der callösen Platten natürlich zwischen denselben erscheinen. Bei günstiger Beleuchtung und starker Vergrößerung gewahrt man nun sehr deutlich, dass diese zapfenartigen Vorsprünge auf dem Gipfel kraterartig durchbohrt sind (III. 1, 2, 9). Und es wird dadurch angedeutet, dass trotz dieser Infiltration der an sich schon feinen Canäle diese dennoch, wenigstens in vielen Fällen, offen bleiben mögen. Auch dies stellt Hartig schon dar³⁾.

In diesen Fällen treten die querlaufenden bogigen Verbindungsleisten der Schlaucharme auf der freien Seite der Callusplatte um so deutlicher hervor (III. 9, 10, arc.).

Hartig glaubt, dass diese Ablagerungsmasse stets nur auf der einen, und zwar immer nur auf der oberen Seite der callösen Platte statthabe, und setzt dies mit der Richtung der Säftebewegung in Verbindung. Ich habe dagegen diese Ablagerungen auf demselben Schnitt bald oben bald unten gesehen. Die Callusplatte scheint meist auf beiden Seiten der Siebplatte abgelagert zu werden.

Um welche Zeit die Siebporen sich öffnen, ist noch nicht zu ermitteln. Wahrscheinlich sehr frühe.

1) Hartig, Ueber die Querscheidewände der Siebröhren von Cucurbita Pepo. Botanische Zeitung, 1854, p. 51.

2) Pringsheim, Ueber den Bau und die Bildung der Pflanzenzelle.

3) Am angegebenen Ort; siehe die Abbildungen.

Durch stärkeres oder schwächeres Kochen in Kalilösung oder Salpetersäure und chloresurem Kali, durch Behandlung mit Schwefelsäure, Jodtinctur, Chlorzinkjodlösung u. s. w. werden nun bald die callöse Platten, bald die Innenschläuche, bald die Ausfüllungsmasse, bald endlich die Siebplatte nebst den primären Zellwänden aufgelöst, während das Uebrige erhalten bleibt, und so gewinnt man durch Vergleich solcher verschiedenen Präparate eine richtige Vorstellung dieses Verhältnisses.

Da aber die Einwirkung dieser Reagentien sehr verschieden ausfällt, so ist es mir noch nicht gelungen, die chemische Natur dieser Dinge näher festzustellen, und es muss dies ferneren Beobachtungen vorbehalten bleiben.

Und was endlich die physiologische Natur dieser auffallenden Erscheinung sei, ob die Callusplatte und die Ausfüllungsmasse Ausscheidungen des die Siebplatte durchfliessenden Saftes seien, oder ob jene hier entstehe, um auf denselben irgend eine physiologische Wirkung, etwa als Contactsubstanz, auszuüben, oder was sonst ihre vitale Bedeutung sei, lässt sich ebenfalls noch nicht mit irgend einer Wahrscheinlichkeit vermuthen.

Sehr bemerkenswerth sicher ist die grosse Allgemeinheit dieser Bildung. Denn während Hartig sie nur in den Siebröhren der Kürbis beobachtete, v. Mohl dagegen sie ausserdem von Vitis und Humulus anführt, muss ich vielmehr behaupten, dass sie das beste und allgemeinste Kennzeichen der echten Siebröhren überhaupt sei, und ich glaube, dass sie der Mehrzahl der phanerogamen Familien eigen sein wird.

Freilich sind die Siebröhren selbst meist so fein, dass es nicht zu verwundern ist, wie die Verbreitung dieser Erscheinung sich bisher der Beobachtung entzogen hat. Und so lange die Siebplatten nicht verdickt sind, können sie bei sehr geringem Durchmesser, indem man die Siebporen übersieht, wohl für gewöhnliche Querwände gehalten werden. Sobald jedoch die callöse Verdickung eingetreten ist, so verrathen sie sich durch die erwähnte stark lichtbrechende Kraft der callösen Masse und durch die Eigenschaft derselben, sich mit Jod stark gelb zu färben, augenblicklich (I. 4; III. 20—22; IV. 5; VIII. 1, 3; X. 5 u. s. w.).

Zumal durch Aetzkali macerirt und darauf durch Chlorzinkjod gefärbt lassen sich selbst sehr feine Siebröhren an der charakteristischen Form ihres von der Innenhaut umgebenen geronnenen Inhalts, und zumal an den Verbindungsfäden, erkennen, welche die Siebplatte durchdringend die Innenschläuche zweier Röhren verbinden, und die viel leichter zu sehen sind als die Siebplatten selbst. Auch die Anschwellung ihrer Enden und die meist etwas geneigte oder mannigfach gekrümmte Lage der Siebplatten trägt, nachdem man sie öfter gesehen hat, nicht weniger bei, sie wiederzuerkennen (II. 1; IV. 3, 4).

Die Seitenwände der Siebröhren zeigen nun bisweilen ebenfalls grosse Siebplatten, durch die sie mit ihren Nachbarröhren in Verbindung treten. Dieselben sind schief oder ganz senkrecht gestellt, und gleichen denen der Querwände (IV. 1, cr. 1.). Aber viel häufiger besitzen die Längswände benachbarter Siebröhren zahlreiche kleine Siebplatten, die etwa die Grösse eines einzelnen grossen Loches der grossen Siebplatten haben. Diese lassen nichts desto weniger eine ähnliche Bildung, so weit es die Kleinheit erlaubt, erkennen (III. 12). Callöse höckerige Platten bedecken sie, und schwellen oft bedeutend an, zumal an ihrem Rande (III. 12, b.), und drängen sich in die Nachbarzelle hinein. Löst man diese durch Reagentien auf, so erscheint gemeiniglich nur ein grosser Porus, der in vielen Fällen eine offene Verbindung zur Nachbarröhre zu bilden scheint. Schlaucharme habe ich hier nicht hindurch gehen sehen.

Es ist sehr schwer, bei der Kleinheit dieser Poren genau festzustellen, ob sie in der That offen oder noch von einer äusserst feinen Membran verschlossen seien. Wo Letztes der Fall ist, hat es oft mehr den Anschein, als ob die verschliessende Membran eine zweite und nicht die primäre Zellhaut der Siebröhren wäre. Oft erblickt man eine callöse Masse bolzenförmig aus der einen Röhre in die Wand der benachbarten hineingetrieben (III. 12, a.), die wiederum jene feine Haut vor sich her drängt. Noch in anderen Fällen senden sich benachbarte Zellen stumpfe Vorsprünge entgegen, zwischen denen kleine Interzellularräume bleiben, und die sich entweder auf's innigste berühren, oder durch Copulation in offene Verbindung zu treten scheinen.

Das Siebparenchym nimmt an diesen Vereinigungsweisen der Längswände der Siebröhren einen sehr ausgedehnten Antheil und zeigt viele einzelne interessante Erscheinungen. Doch bedürfen dieselben noch einer eingehenderen vergleichenden Prüfung, zu der längere Zeit erforderlich ist (VII. 1, 3, 5).

Es bleibt nun endlich noch eine wichtige Eigenthümlichkeit der Siebröhren zu besprechen, welche geeignet ist, ihr Verhältniss zu den Milchsaftegefässen in's Licht zu setzen.

Die Siebröhren erhalten nämlich durch Kochen in caustischem Kali ganz allgemein die Eigenschaft, ausdehnbar zu werden, so dass sie sich oft bis zum Mehrfachen ihrer ursprünglichen Länge recken lassen.

Ich hatte häufig in den verschiedensten Pflanzen bei Maceration der inneren Rinde ausser Bastfasern und Milchsaftegefässen in der Schicht nahe den Holzbündeln äusserst feine und lange Schläuche erscheinen sehen, oft sehr viel feiner als die Milchsaftegefässe, mit einem geronnenen Saft erfüllt. Augenscheinlich von diesen verschieden, waren sie doch den „Lebenssaftgefässen im Zustande der Contraction“ nach C. H. Schultz durchaus ähnlich. Im nicht macerirten Gewebe jedoch waren sie auf Schnitten nicht nachzuweisen.

Da gelang es mir zuerst, an den weiten Siebröhren des *Ricinus communis* (IV. 1) ihren Ursprung zu entdecken.

Ich zerlegte die macerirte Bastseicht desselben mit der Nadel unter der Lupe, und bemerkte, wie sich dabei zusammenhängende Züge von Siebröhren zu ausserordentlicher Länge ausrecken liessen. Das Mikroskop lehrte nun, wie diese Siebröhren, mit ihren Siebplatten (p. cr.) fest aneinander haftend, in diesen allein ihre Breite und Gestalt beibehielten, im Uebrigen aber zu mehrmals längeren und entsprechend dünneren Schläuchen ausgezogen waren. Nach Behandlung mit Chlorzinkjod, durch welches die callösen kopfförmigen Verbindungsstücke der ganzen Kette schön dunkelgelb, die Röhrenwand jedoch blau gefärbt wurde, gewährte das Präparat ein so charakteristisches Ansehen, dass es nun ein Leichtes war, das gleiche Wiederkehren dieser Erscheinung in einer grossen Anzahl von Pflanzen zu erkennen, so dass ich diese Dehnbarkeit, welche die Wand der Siebröhren durch Maceration erhält, als constante Eigenthümlichkeit derselben betrachten muss. In geringerem Maasse findet sich dieselbe bei den Milchsaftegefässen wieder. Nicht allein Kali, sondern auch die anderen Macerationsmittel ertheilen sie.

Die dehnbar und elastisch gewordene Wand der Siebröhren haftet leicht an der Präparirnadel und erschwert daher die völlige Freilegung nicht wenig. Auch zerreißen schliesslich die ausgedehnten Röhren, wenn sie zu dünn werden. Andererseits sind die Gewebe verschiedener Pflanzen nicht gleich empfindlich gegen die Macerationsmittel, und oft muss man lange probiren, ehe man den Grad derselben ermittelt hat, der im einzelnen Fall die Veränderung der Zellwand und die Trennbarkeit des Gewebes überhaupt in richtigem Maasse bewirkt. Sehr verdünntes

Aetzkali, in welchem die innerste Rindenschicht kaum eine Minute lang gekocht wird, giebt gewöhnlich das gewünschte Resultat.

Die Schwierigkeit, das richtige Maass zu treffen, die Zartheit der Siebröhren in den meisten Pflanzen und die daraus folgende leichte Zerstörbarkeit beim Präpariren, erklärt, dass diese Erscheinung bisher nicht erkannt ist. Mir ist auch kein anderer Fall davon bekannt, dass eine Zellstoffmembran in dieser Weise dehnbar würde.

Es kann nun kein Zweifel sein, dass eine sehr grosse, vielleicht die grösste Zahl der von Schultz beschriebenen und dargestellten „*vasa laticis contracta*“ dergleichen künstlich aus kürzeren Siebröhren erzeugte, sehr lange, feine Röhren waren, also ein Product, das in der lebenden Pflanze in dieser Form nicht existirt.

Von vielen habe ich sie, theils absichtlich, theils bei der Freilegung der Milchsaftgefässe dargestellt. Aus *Allium* erhielt ich sie sehr eigenthümlich, streckenweis abwechselnd dünner und dicker, wie es C. H. Schultz öfter abgebildet hat.

Bleiben die „Siebröhrenköpfe“ — das heisst die callösen und festen Massen, die dem Ende der Siebröhren seine aufgetriebene Gestalt bewahren — beim Präpariren erhalten, so verathen diese alsbald, womit man es zu thun hat. Aber auch wo sie abgerissen sind, erkennt man bei einiger Uebung leicht diese zarten mit geronnenem Saft erfüllten geschmeidigen Schläuche zwischen den starreren Zellformen, unter denen sie sich oft verstecken.

Es findet somit der bisher unerklärte Widerspruch, dass C. H. Schultz aus sehr vielen Pflanzen die Milchsaftgefässe abbildet, in denen kein Anderer sonst dergleichen gesehen hat, nun eine einfache Lösung. Und es ist mir fast in keiner Gefässpflanze, wo ich ernstlich danach suchte, misslungen, diese Umbildungsform der Siebröhren zu finden; ja, man erblickt oft diese veränderten Siebröhren in der macerirten Rinde eher, als man die unveränderten auf Durchschnitten der unzerstörten gesehen hat.

Und wie C. H. Schultz die gereckten Siebröhren für „*vasa laticis contracta*“ gehalten hat, so kann andererseits bei Vergleich seiner Abbildungen nicht der geringste Zweifel bleiben, dass seine „*vasa laticis articulata*“ grössten Theils bald die durch Maceration vereinzelter, bald die noch zusammenhängenden einzelnen Siebröhrenglieder der betreffenden Gewächse sind.

Zum Studium dieser Verhältnisse empfehlen sich natürlich die Pflanzen am meisten, die vorzugsweise dicke und weite Siebröhren besitzen, wie *Ricinus* (IV. 1), *Helianthus*, *Humulus* (IV. 3, 4), die *Tiliaceen*, *Malvaceen* u. s. w., vor allen aber wieder *Cucurbita*. Ich habe aus diesen Pflanzen besonders charakteristische Präparate gewonnen.

Dieselben bieten Gelegenheit, noch einen Umstand von Wichtigkeit aus der Structur der Siebröhren zu erkennen, der erst bei ihrer Dehnung in's Licht tritt.

Versucht man nämlich alte ausgewachsene Siebröhren zu recken, so bemerkt man häufig, dass nur ihre Enden sich halsförmig ausziehen, die Haupttheile der Röhren aber unverändert bleiben. Die Köpfe zweier zusammenstossender Röhren erscheinen dann, fest an einander angesaugt, jeder von seiner Röhre hart an der Mündung losgerissen, und hinter sie her sind die gesammten Innenschläuche aus den Siebröhren, die von einander entfernt sind, hervorgereckt. Die primären Zellwände der Siebröhren enden offen, um die Schläuche herauszulassen (II. 1; III. 13, 18; IV. 3, 4). Von den Siebplatten, die zwischen den Callusplatten so verborgen sind, dass man oft geneigt ist, sie für in der That aufgelöst zu halten, ist nichts zu erblicken.

Die Köpfe jedoch hängen so innig an einander, dass sie selbst grösserer Gewalt trotzen, und oft lieber von ihren Schläuchen reissen, als sich trennen. Die Verschmelzung der callösen Platten und der Innenschläuche durch die Sieblöcher hindurch, hat sie zu einer Individualität gemacht. Seltener trennen sich die einzelnen Röhren so, dass die Siebplatte in ihre ursprünglichen Hälften zerfällt, deren jede an ihrem Schlauche haften bleibt, jedoch von der äusseren Längswand der Siebröhre nichts desto weniger losgerissen ist (III. 15, 17).

Bei Anwendung von Chlorzinkjod erscheinen nun die zusammenhängenden Siebköpfe und die halsförmig vorgezogenen Schläuche, die an sich als Stickstoff haltende Körper gelb oder braun gefärbt sind (III. 13, 15, 17, 19 u. i., u. i. 1), noch von einer zweiten Zellstoffhaut überzogen, die ihnen meist eng anliegt, und zuweilen sogar über den äusseren Rand der callösen Platten hinweg läuft (13, 19). Wie dieselbe sich von der primären starren Zellhaut geschmeidig löst, um den Innenschlauch zu begleiten, ist oft deutlich zu sehen.

Es folgt hieraus, dass man drei Schichten der Siebröhrenwand unterscheiden muss, eine äussere, die in älteren Röhren unveränderlich ist (m. c.), eine zweite, zarte, geschmeidige, mittlere (u. i. 1), beide aus Zellstoff bestehend, und endlich ein Protëin haltiger Innenschlauch (u. i. 2) als innerste Schicht. Nur die mittlere und die innerste werden in diesen Fällen dehnbar und haften am Siebkopf.

Jüngere Röhren, die man am schwächeren Durchmesser und an dem nach der Behandlung mit Jod dunkelroth gefärbten aufgequollenen Kopf erkennt, finden sich im Kürbis oft ganz und gar ausgedehnt (III. 16). In anderen Pflanzen schienen alle Röhren diese Fähigkeit zu behalten. Allein es ist mir zweifelhaft, ob in diesen Fällen wirklich die primäre Zellmembran auch dehnbar wird, oder ob diese nicht vielleicht durch das Macerationsverfahren gänzlich zerstört ist, und es somit doch nur die zweite Zellstoffhaut ist, die sich dehnt. Es scheint dafür mancher weiter unten zu erwähnende Umstand zu sprechen.

Wenigstens scheinen die primären Häute an der Verschmelzung der Siebröhren keinen Theil zu nehmen; ja es scheint mir nach mancher Beobachtung wohl möglich, dass öfter die secundäre Haut in noch unverletzten Röhren über die Siebplattenränder, die sich von der primären getrennt haben, hinweg sich vereinigt, und so die Siebplatte vom übrigen Theil der primären Wand trennt (III. 13, 19).

Auch seitliche Siebplatten bleiben nach der Maceration in derselben Weise an einander hängen.

Alle diese Verhältnisse, die man im Kürbis wegen der Grösse der Theile leicht wahrnimmt, findet man nun mehr oder weniger vollkommen in den verschiedensten Pflanzen wieder. Natürlich, je feiner die Siebröhren, desto undeutlicher zu beobachten.

Allein selbst sehr kleine Bilder verrathen doch oft schon sicher dieselbe Structur. So sieht man sehr häufig die an einander fest hängenden Köpfe feiner Siebröhren an halsartigen schmäleren Enden vorgestreckt, und kann dann, ohne die Hautschichten der Röhren einzeln zu sehen, doch ihre Existenz errathen. Dann erblickt man oft die durch Jod dunkelgefärbten Endflächen der Ausfüllungsmassen durch einen lichten Raum getrennt, in dem jene dunkelen Verbindungsarme erscheinen. Hier ist eine durchsichtig gewordene Callusmasse zwischen jenen anzunehmen, die sie auseinanderhält, aber zugleich verbindet (II. 1; IV. 4).

Da nun die Siebröhren in ununterbrochenen Reihen bündelweis die Gefässbündel begleiten, und Glied für Glied der Länge nach und öfter auch seitwärts zu gefässartigen Bildungen

ganz ähnlich wie die getüpfelten Gefässe des Holzes verschmelzen, und da ferner, wie ich unten nachweisen werde, sie es vorzugsweise sind, die den assimilirten Bildungssaft der Pflanze leiten, so hat, wie man sieht, Schultz nicht eben Unrecht gehabt, sie für die „vasa laticis“ in seinem Sinne anzusprechen, und man hat ihn sehr mit Unrecht deshalb angefeindet. Wohl aber war es unrichtig, wenn er sie mit den wahren Milchsaff-Gefässen zusammenwarf, die, wenn auch verwandte, doch specifisch andere Organe sind. Hätte er die Siebröhren überall allein gemeint, so wäre er ganz im Recht geblieben. Freilich geht er aber darin wieder fehl, dass er sie alle für netzartig und offen communicirend hält, und dass er die Form der getrennten Siebröhren, die gerade die ursprüngliche ist, als die Form des Absterbens ansieht.

Die Siebröhren sind nun auch viel treuere Begleiter der Holzgefässe, als die Milchsaffgefässe. Auch sie stehen ihnen meist näher, da der Ort, wo ihre Bündel vertheilt sind, wie gesagt, zwischen Bastfaserschicht und Cambium ist.

Da nun die Gefässbündel, wenn sie aus dem Stengel in die Blätter übergegangen sind, ihr Cambium, sobald diese ausgebildet sind, ganz in die Gewebearten des Holzes oder des Bastes übergehen lassen, so treten alsdann die Siebröhren, als innerste ausgeprägte Gewebeart des Bastsystems, unmittelbar neben die Holzzellen und die Holzgefässe heran, und verlaufen mit ihnen (VIII. 11—14; X. 1—5). Dennoch finden keine Verschmelzungen zwischen beiderlei Gefässen statt, und auch an den äussersten Enden nicht, da die Siebröhren nicht ganz so weit zu gelangen pflegen, als die letzten vereinzelter Spiralgefässe.

Und auch zu den übrigen Bastorganen stehen sie immer nur in dem Verhältniss naher Nachbarschaft.

Wohl aber scheinen sie zum Theil zuletzt Umwandlungen in andere Gewebformen einzugehen. Dergleichen deuten z. B. Hartig und Schacht von den Coniferen an. Auch ist schon oben erwähnt, dass die Milchsaffgefässe vom Ahorn aus verschmolzenen Siebröhren hervorgehen, wofür Stellung, Grösse und Gestalt sprechen (II. 5—7). Die ferneren Umbildungen jedoch festzustellen, sind längere Beobachtungen erforderlich.

Die Siebröhrenbündel der Bastseicht entstehen stets aus dem Cambium-Cylinder, nicht unmittelbar aus dem Urparenchym der Gipfelknospe.

In den monokotylen Pflanzen nehmen die Siebröhren meist die innere Region des Gefässbündels ein, neben dem Cambium, so lange solches vorhanden, später oft die Stelle desselben ganz erfüllend (V. 7, 8; VII. 2; X. 14, 17). Sie gleichen im Allgemeinen denen der dikotylen Pflanzen durchaus, und sind wie sie von Siebparenchym begleitet (VII. 1, 3, 5). In denjenigen Dikotylen, die Gefässbündel im Mark besitzen, sind sie auch diesen eigen.

Dann aber treten sie nun, was von besonderer Wichtigkeit ist, in einer Anzahl von dikotylen Familien für sich allein, ohne Holzgefässe, nur etwa von Bastfasern und Siebparenchym begleitet, in Bündeln im Umkreise des Markes auf, innerhalb der echten Spiralgefässe und von diesen durch Parenchym getrennt. Hier habe ich sie bisher gefunden in den Apocynen, Asclepiadeen, Solanaceen und Cichoriaceen¹⁾, und zwar in diesen letzten auch in Gesellschaft von Milchsaffgefässen. Auch dies Vorkommen wird sich in noch mehr Familien auffinden lassen.

Fassen wir endlich die Eigenthümlichkeiten dieses Systems kurz wiederholend zusammen, so sind es diese:

1) Vergl. Abschnitt III.: Cichoriaceen.

1) Die Siebröhren sind ein eigenes System röhriger Zellen, die durch siebförmig durchbohrte Querwände und durch Bildung einer continuirlichen Innenhaut zu gefässartigen Organen verschmelzen, welche denen des Holzes ähnlich sind. Ihre Endflächen sind oft geneigt oder gekrümmt, ihre Enden kolbig aufgetrieben.

2) Ihre Querwände oder Siebplatten sind mit eigenthümlich callösen Massen belegt, deren Erscheinen für sie charakteristisch ist. Auch die Seitenwände zeigen dergleichen, und ein Siebparenchym nimmt an dieser Bildung mehr oder weniger Theil.

3) Sie sind bündelweis gruppiert und begleiten nahe dem Cambium alle Gefässbündel, wie diese ein geschlossenes Gefässsystem durch die ganze Pflanze bildend. Aber sie treten auch allein an besonderer Stelle auf.

4) Sie gehen aus den Cambiumzellen hervor, und ihr Vorkommen ist allgemeiner als das der Milchsaftgefässe und selbst der Bastfasern.

5) Ihre inneren Hautschichten werden durch Maceration elastisch dehnbar, und sie sind daher für vasa laticis im Sinne von C. H. Schultz gehalten, und haben somit Anlass gegeben, dass das Vorkommen dieser für ein allgemeines gehalten werden konnte.

3. Schlauchgefässe.

(*Vasa utriculiformia, vaisseaux utriculeux.*)

Die Benennung „Schlauchgefässe“ habe ich für ein bisher noch nicht bekanntes System von Rindengefässen vorgeschlagen, welches ich im parenchymatischen Gewebe des Stengels und der Blätter vieler und zwar fast nur monokotyler Pflanzengattungen aufgefunden habe¹⁾.

Es sind sehr lange und zuweilen auch sehr weite aber dünnwandige Röhren, die nur selten Milchsaft führen, gewöhnlich vielmehr mit klarem Saft und ausserdem in den meisten Fällen mit zahlreichen Nadelkrystallen oder Raphiden erfüllt sind. Sie sind regelmässig vertheilt und stehen unter einander in ununterbrochenem Zusammenhange. Eine an die andere stossend durchziehen sie in senkrechten Reihen Blätter und Stengel der ganzen Länge nach zwischen den äusseren Parenchymlagen der Rinde oder im pneumatischen Zellgewebe der Blätter, meist nahe der Epidermis²⁾.

Die meisten Gewächse, in denen ich diese Organe bisher beobachtet habe, sind zwiebeltragende aus den Familien der Liliaceen und Amaryllideen. Jedoch auch in Pflanzen mit entwickelten Stengeln treten sie auf, und zwar in allervollkommenster Entwicklung in den Commelynaceen.

Ich fand von denselben zuerst die seltene, aber doch leichter bemerkbare Modification, welche Milchsaft enthält, und in den Zwiebelschuppen einiger der gebräuchlichsten Arten der Gattung *Allium*, besonders *A. cepa*, *A. fistulosum* und *A. Ascalonicum*, vorkommt, und zwar in so auffallender Weise, dass es mir schwer erklärlich ist, dass deren, so viel ich weiss, nirgends in der botanischen Literatur Erwähnung gethan ist.

1) Ueber ein System schlauchförmiger Gefässe u. s. w., Monatsberichte der Berliner Akademie, 1859. 705.

2) Vergl. die Abbildungen am angegebenen Ort, die zu den hier gegebenen Ergänzungen bilden.

Ich war erst geneigt, sie einfach für Milchsaftegefäße zu halten, doch ergab die genauere Beobachtung, dass sie mit diesen nicht identisch sind, sondern, ihnen sowohl wie den Siebröhren verwandt, dennoch von beiden unterschieden werden müssen.

Schon mit der Lupe, ja sogar mit blossen Augen ist man im Stande, auf dünnen Schnitten von der äusseren Fläche einer Zwiebelschuppe dieser Arten dunkle parallele Linien verlaufen zu sehen, die sich dann unter dem Mikroskop schon bei schwacher Vergrösserung als dicke mit milchichtem Saft erfüllte Kanäle erweisen, welche zwischen benachbarten Parenchymzellen-Reihen senkrecht herabziehen. Sie gewähren durchaus das Ansehen von Intercellular-Gängen, und ohne weitere Untersuchung könnte man diese eher als irgend welche anderen ähnlichen Gefäße für nichts als wandlose Gänge ansehen. Denn selbst bei stärkerer Vergrösserung wird eine eigene Zellwand nur selten wahrnehmbar (vgl. V. 7, 8, 11: u.). Der milchichte Saft dringt überall genau in die Fugen des Parenchyms, während die Zellen desselben sich bauchig in den von ihm erfüllten Raum hinein wölben¹⁾.

Der Querschnitt scheint dies nicht minder zu bestätigen, denn auch auf diesem zeigen sie nur das unregelmässige Bild der Räume, welche die rundlichen Zellen eines saftigen Gewebes zwischen sich lassen.

Bei Anwendung der Maceration schwindet jedoch die Täuschung sogleich. Ein kaum minutenlanges Kochen eines Stückchens Zwiebelschale in mässig concentrirter Kalilösung löst den Zusammenhang des Parenchyms, und lässt mit der Nadel die Milchsaftschläuche einzeln oder zu mehreren der Länge nach an einander hängend herausziehen.

Man erblickt nun lang gestreckte Schläuche, die oft noch völlig die Gestalt eines Intercellular-Ganges bewahren, und in ihrem Umriss den Eindruck jeder benachbarten Parenchymzelle wiedergeben²⁾, aber eine, wenn auch dünne, so doch deutliche Zellhaut besitzen, die als durchsichtige Umhüllung den dick geronnenen und oft gebräunten Inhalt umgiebt.

Die so freigelegten Schläuche zeigen bei der ungefähren Dicke einer Parenchymzelle meist eine verhältnissmässig grosse Länge.

Besonders wichtig aber ist zuvörderst, dass sie genau wie die Siebröhren fast immer an beiden Enden kolbig aufgetrieben und oft fast noch einmal so dick als in der Mitte sind, dass die auf einander liegenden Endflächen zweier Schläuche mit grossen correspondirenden Poren versehen, zwischen denen sie verdickt sind, und dass die Trennungslinie beider Wände auf Durchschnitten nicht mehr sichtbar ist (V. 1, 5).

Die gemeinschaftliche Scheidewand erhält dadurch ganz das Ansehen einer Siebplatte und trägt durch ihre auffallende Erscheinung nicht wenig dazu bei, diese eigenthümlichen Saftschläuche in den Fällen, wo der Saft wenig oder gar nicht milchicht ist, auf Schnitten unter den anderen Zellen herauszufinden, und sogleich von den Zwischenzellen-Gängen deutlich zu unterscheiden.

Allein es sind mir die Siebporen hier nie wirklich geöffnet erschienen, weder auf Schnitten, noch an frei präparirten Schläuchen, deren Enden völlig geschlossen sind³⁾ (V. 6), und auch die Poren nur noch undeutlich wahrnehmen lassen. Auch wird die Siebplatte hier

1) Vergl. Abbild. 2 u. 3 a. a. O.

2) A. a. O. Fig. 8.

3) A. a. O. Fig. 8, 9 u. s. w.

nicht callös verdickt, noch habe ich einen Absatz erhärtender Inhaltsmassen auf derselben bemerkt.

Kocht man ein grösseres Stück einer Zwiebelschuppe in Kalilösung, und entfernt dann behutsam von der äusseren Epidermis, die fester zusammenhält, die grössere Masse des Zellgewebes, so dass nur etwa zwei oder drei Zellschichten auf derselben haften bleiben, so sieht man die Schläuche übersichtlich in ihrem Gesamtverlauf. Sie laufen ziemlich parallel in Zwischenabständen, die wenige Parenchymzellen breit sind, von oben nach unten, ziemlich regelmässig vertheilt, in ununterbrochenen Längsreihen¹⁾, so dass stets, wo einer aufhört, ein anderer anfängt, indem er sich entweder genau über demselben oder auch ein wenig seitwärts an ihn anlegt (IV. 9, 10; V. 1, 4). So durchziehen sie die ganze Länge der Schuppe, der Regel nach zwischen den Parenchymzellen-Reihen der zweiten und dritten Zellschicht von aussen, die Epidermis mitgerechnet. Verbindungen zwischen ihren Reihen kommen inmitten der Schuppenfläche selten vor, nur convergiren dieselben allmählich, den Rändern folgend, nach oben und unten. Oben enden sie dann blind, unten aber treten sie mit einander in Verbindung.

Je näher der Schuppenbasis nämlich, desto mehr lassen sie von ihrem parallelen Verlauf, sie legen sich in grader oder schiefer Richtung, öfter zu mehreren, dicht neben einander, laufen öfter seitwärts von einer Reihe zur anderen hinüber, und bilden so seitliche Vereinigungen (V. 2).

Endlich, unmittelbar da, wo das Zwiebelblatt aus dem Stammtheil heraustritt, gehen sie nach allen Richtungen zahlreiche und allseitige Anastomosen unter einander ein, durch die sie rings um jede Blattbasis kranzartig mit einander in Verbindung treten²⁾.

Zahlreiche Aeste dringen auf kurze Strecken zwischen die Parenchymzellen seitlich ein, gelangen auch wohl zuweilen bis in die Nähe der Gefässbündel, doch habe ich nie einen solchen Schlauch durch die Gefässbündelzone des Zwiebelstammes in die innere Markregion gelangen sehen.

Der Anastomosen-Ring ist also in diesen Fällen der Ursprung der Schlauchreihen, und je näher demselben, desto kürzer sind ihre Glieder, je mehr sie sich von ihm, in das Blatt oder die Schuppe hineinsteigend, entfernen, desto länger werden dieselben (V. 6).

Während sie im Verlauf durch das Blatt stets einfach bleiben, zeigen sich in der Vernetzungszone auch häufig kurz verzweigte Stücke (IV. 8). Längere Zweigbildungen kommen jedoch um so weniger vor, als eben hier alle Schlauchindividuen nur kurz sind. Ja es finden sich sogar als letzte Ausläufer oder erste Anfänge des gesammten Systems Glieder, welche die Ausdehnung gewöhnlicher Parenchymzellen nicht überschreiten (V. 13).

Alle diese aber, mögen sie kurz oder lang sein, sind durch die oben beschriebene Siebplattenbildung an jeglicher Berührungsstelle mit ihres Gleichen, gleichviel, wie ausgedehnt sie ist, deutlich gekennzeichnet (IV. 9; V. 2), und es gewähren daher diese Züge von porösen Zellenreihen zwischen dem gewöhnlichen Parenchym ein charakteristisches Bild sowohl, wo sie in mannigfachen Netzverbindungen stehen (IV. 8; V. 2), als auch, wo sie zwischen das regelmässig geschichtete Rindenparenchym des Zwiebelstammes eindringen (IV. 9, 10; V. 1).

Die Lage dieser Saftschläuche ist in den Laucharten, wie schon oben bemerkt, meist zwischen der zweiten und dritten Zellschicht von aussen (V. 7, 8, 11)³⁾. Es folgt nämlich auf

1) A. a. O. Fig. 1.

2) A. a. O. Fig. 1.

3) A. a. O. Fig. 2.

die Epidermis, welche, je nachdem das Zwiebelblatt ein Nährblatt oder nur ein häutiges Hüllblatt ist, bald aus tafelförmigen, bald aus gestreckten Zellen besteht, fast immer eine Schicht von Zellen, deren jede, wie bekannt, einen schönen prismatischen Krystall, — oder eine Durchwachsung einiger, — von oxalsaurer Kalkerde enthält (V. 5). Unmittelbar auf dieser Schicht pflegen die Saftschläuche aufzuliegen, deren Züge im Uebrigen von gewöhnlichen Parenchymzellen umgeben sind, welche durchsichtigen Saft oder Stärke führen (IV. 9, 10; V. 1, 2 u. s. w.). Diese Vertheilung ist in einigen Fällen eine sehr regelmässige. Man sieht oft dicht hinter der Epidermis immer je eine oder ein Paar grosse mit einer kleineren Zelle abwechseln. Jedes Mal hinter der kleinen liegt ein Milchsaftgefäss, so, dass beide zusammen etwa die Stelle einer der grösseren Zellen einnehmen. Im ausgebildeten Zustand sieht dann das Milchsaftgefäss wie ein Intercellular-Raum aus, und ist nur am Inhalt kenntlich. Auf Querschnitten sehr junger Zwiebelblätter ist zwar die Milch noch nicht entwickelt, das Gefäss jedoch leichter zu finden, da es noch nicht so von den benachbarten Zellen zusammengedrückt, mehr den Umriss einer Zelle besitzt, und dabei, wenn der Schnitt die Dicke einer gewöhnlichen Parenchymzelle übertrifft, leicht als leere Oeffnung zwischen den durch horizontale Querwände geschlossenen übrigen Zellen sichtbar wird. Wo die Stellung auch nicht völlig so regelmässig ist, lässt sie doch diese Weise als den Grundtypus durchblicken¹⁾.

Erscheinen nun diese Safröhren an sich schon durch Form und Stellung von anderen Milchsaftgefässen verschieden, so ergiebt sich ihre Besonderheit unzweifelhaft, sobald man die Zwiebelschuppen mit den Laubblättern und die genannten drei mit anderen Laucharten vergleicht. Es fand sich, dass diesen meist wohl der Milchsaft, keinesweges aber die eben beschriebenen Gefässe desselben fehlen, dass solche vielmehr in völlig gleicher gesetzmässiger Vertheilung ein gemeinsames Eigenthum sämtlicher Stengel- und Blattgebilde aller der Laucharten sind, von denen mir bisher genügendes Material zugänglich war.

Der Milchsaft aber tritt als vereinzelte Erscheinung zurück, da ich ihn in den grünen Theilen dieser Gattung nirgend, in den Zwiebeln anderer Arten derselben in allen Uebergängen bis zum fast wasserhellen Saft beobachtet habe. Es erscheinen überdies die Schläuche in Laubblättern und Schäften in viel bedeutenderer individueller Ausbildung als in den Zwiebeln, und in noch auffallenderem Gegensatz zu den sie umgebenden Gewebtheilen, und es muss daher die eigentliche Besonderheit ihrer Entwicklung dort gesucht werden. Dasselbe findet auch beim Vergleich der anderen Gewächs-Gattungen, in denen sie vorkommen, Bestätigung.

In den Laubblättern der Laucharten erblickt man die Schläuche genau an den Stellen wieder, die sie in den Zwiebelscheiden behaupten, d. h. in der zweiten bis vierten Zellschicht von der Epidermis an gezählt. Doch zeigen sie hier nicht allein schon auf Querschnitten eine dickere Wandung und mithin ein selbstständigeres Ansehen, sondern erweisen sich, frei präparirt, auch ungleich viel länger (V. 6). In ununterbrochenen Reihen steigen diese Röhren von der Zwiebel an, allmählich länger werdend, in die Schäfte und Blätter hinein, und durchziehen in denselben stets die mit Blattgrün erfüllte Parenchymschicht unterhalb der Epidermis (V. 7—11). Sie contrastiren in ihrer übermässigen Länge gewaltig mit den kurzen Parenchymzellen, zwischen denen und deren lufterfüllten Intercellular-Gängen sie, bald grade, bald etwas geschlängelt,

1) A. a. O. Fig. 2, 3.

hindurchgehen. Auf Querschnitten, die nicht zu fein sind, verrathen sie sich wiederum leicht, indem sie, da sie nur farblosen oder schwach getrübbten Saft enthalten, wie Löcher in der grüngefärbten Zellschicht erscheinen.

Die Querwände, die hier natürlich viel seltener zu finden sind, erscheinen gitterartig porös, wie in den Zwiebeln, die Enden jedoch nicht so auffallend verbreitert, wie es in den kürzeren Schläuchen innerhalb der Zwiebeln stattfindet (V. 6). Der Saft ist oft völlig klar, sehr selten nur von schwach milchichter Beschaffenheit. Die Längswände sind etwas derber als in den Zwiebelscheiden, und kommen in seltenen Fällen, wie im Schaft von *Allium simplex*, wo das gesammte Zellgewebe verdickte Wände hat, mit deutlichen feinen Poren versehen vor, die jedoch nur denen des umgebenden Parenchyms, aber nicht den grösseren Poren der Querwände gleichen.

Es zeigen diese Schläuche keinerlei gesetzmässigen Zusammenhang mit den Gefässbündeln, obschon sie ihnen zuweilen, zumal in dünneren Blättern, nahe treten. Sie sind fast immer völlig vereinzelt gleichmässig durch die pneumatische Zellschicht des Blattes in einen der Epidermis gleichlaufenden Umkreis vertheilt, viel zahlreicher als die Gefässbündel, wesshalb sie auch den Athemhöhlen oft so nahe stehen, dass sie nur durch eine Zellreihe von ihnen getrennt bleiben (V. 7, 8). Querlaufende Verbindungsglieder habe ich in Stengeln und Laubblättern auch noch nicht bemerkt.

In der allgemeinen Gestaltung mit diesen Gebilden übereinstimmend und doch von specieller Verschiedenheit sind die äquivalenten Organe der Amaryllideen, die ich in den Gattungen *Amaryllis*, *Sprekelia*, *Crinum*, *Pancratium*, *Eucharis*, *Alstroemeria*, *Narcissus*, *Leucojum* und *Galanthus* beobachtet habe. Auf Quer- und Längsschnitten betrachtet zeigen sie völlig dieselbe Anordnung und Bildung wie jene (V. 7, 8, 12, 13). Dagegen enthalten sie erstlich in ihrem Saft unregelmässig verstreut meist eine grössere oder geringere Menge nadelförmiger Krystalle oder sogenannter Raphiden (VI. 9—11), und es zeigen sich ferner ihre Enden nicht kolbig angeschwollen, sondern vielmehr eher verschmälert, und stossen mit dünnhäutigen, nicht deutlich siebartigen Querwänden auf einander, die meist resorbirt werden (V. 12, 13; VI. 6, 7, 11). Nichts desto weniger tragen sie in ihrer ganzen Physiognomie so deutlich den Stempel der Verwandtschaft mit den Schläuchen der Allien zur Schau, dass sie keinem Zweifel Raum lassen, ob sie mit ihnen gleichwerthig seien. Dieselbe lang gestreckte, dünnwandig schlauchförmige Gestalt, dieselben geschmeidigen und doch verhältnissmässig haltbaren Wände, dieselbe Anordnung in ununterbrochenen Reihen über einander, die sich am Zwiebelgrunde netzartig vereinigen, derselbe Verlauf in der pneumatischen Parenchymschicht in Stengeln und Blättern thuen dar, dass man es mit phytotomisch gleichbedeutenden Organen zu thun hat (VI. 9—11).

Die Raphiden werden bisher nur als in parenchymatischen Zellen vorkommend beschrieben. Dass man jedoch auch diese Raphidenschläuche schon gesehen, obwohl nicht erkannt hat, geht daraus hervor, dass Einige anführen, diese Krystalle fänden sich in Intercellargängen. Dies ist jedoch niemals der Fall, man hat dann die Zellwandumhüllung des Schlauches nur übersehen.

Die Raphiden bilden in der That ein gutes Erkennungszeichen für die Schlauchgefässe dieser Pflanzen, zumal da ihnen die grossen Siebplatten der Allien fehlen, und ihre feinen Querwände leicht übersehen werden.

Die Raphiden sind sehr ungleich vertheilt, sehr verschieden an Grösse und Menge. In den Schläuchen erwachsener Blätter sind sie oft so spärlich verstreut und so klein, dass man sie kaum oder gar nicht bemerkt (V. 12). Dagegen sind sie in den Zwiebeln zuweilen in gewaltiger Menge, und füllen ihre Schläuche fast ganz aus (VI. 2, 9, 10).

Dies hat nun besonders den einfachen Grund, dass die Entstehung dieser Krystalle in die früheste Jugend der sich entwickelnden Organe fällt. Kaum aus dem Urparenchym hervorgegangen, zeigen sich die noch kurzen Gefässglieder der Blätter oft völlig mit Nadeln vollgefüllt (VI. 2, 8, 11). Indem sie sich dann selber strecken, scheinen sich die Raphiden weder zu vermehren noch merklich zu vergrössern; somit zerstreuen sie sich in dem vielmal länger gewordenen Schlauch, oder bleiben an einem Orte desselben aufgehäuft liegend, das Uebrige leer lassend.

In den Zwiebeln dagegen strecken sich die Zellen nur wenig, und schon desshalb bleiben die Raphiden in der Zelle, die sie fast füllen, massenhaft angehäuft. Aber dazu kommt noch, dass sie hier selbst sich länger fortzuentwickeln und zu vergrössern fortfahren (VI. 2, 11).

Das Auftreten dieser Krystalle erleichtert es nun, das Verschmelzen der einzelnen Schlauchglieder zu langen zusammenhängenden Gefässen nachzuweisen.

Auf Längsschnitten durch die Zwiebeln, zumal aus den Gattungen *Narcissus*, *Leucojum*, *Galanthus*, erscheinen nämlich die Schläuche in Gestalt von senkrechten Reihen von Zellen, deren etwas verschmälerte Enden auf einander passen (VI. 1—11). Diese einzelnen Zellen sind, wie bei den Laucharten in den Zwiebeln, und ebenso in den Wänden des Ovariums, kurz, in Blättern und Stengeln dagegen oft von beträchtlicher Länge. Es ist nun bei der Feinheit und Durchsichtigkeit ihrer Wände nicht leicht, zu entscheiden, ob die zusammenstossenden Enden in der That noch durch Wände geschlossen sind, oder ob man statt derselben nur noch kreisförmige Stricturen vor sich hat, in denen die Wände selbst aufgelöst sind.

Wenn man aber in den kurzen Schlauchzellen der Zwiebeln die Krystallbündel bald in ursprünglicher Ordnung parallel neben einander gehäuft liegen sieht, bald aus dieser Anordnung verschoben, erst durch die Zelle verstreut und endlich sogar durch die scheinbare Querwand hindurch in die Nachbarzelle hineingeschoben, so ist die Frage beantwortet.

Es finden sich dann bei genauerem Vergleich alle möglichen Uebergänge. Erstlich findet man Querwände, die augenscheinlich noch fest und geschlossen sind (VI. 3, 5, 8). Ferner bemerkt man Krystalle, die, mit ihren Spitzen gegen die Strictur zwischen zwei Zellen vorgeschoben, hier einen Widerstand zu finden scheinen, ohne dass man die Wand, die denselben leistet, selbst noch sicher erkennt. Endlich erscheinen bald einzelne Spitzen, bald ganze Bündel hindurchgeschoben, ohne dass auch nur noch Trümmer einer Wand wahrnehmbar wären (VI. 2, p. t.).

In anderen Fällen erscheint in der Strictur eine körnig schleimige Masse (VI. 3, 4, 8, p. t.), von Krystallen durchbohrt, die ich für den Ueberrest der in Auflösung begriffenen Wand halte. Oft ist die Wand noch zum Theil vorhanden, und in einem Falle habe ich deutlich die stufenweis fortschreitende Auflösung bemerkt. Die Querwand erschien erst aufgequollen, und ward dann in der Mitte zuerst durchbrochen (VI. 1, p. t. x.).

Vor der Auflösung habe ich die Wand häufig mit starker Wölbung in den Raum der einen Zelle hineinragen sehen (VI. 1, 5, 8). Auch erschien sie mir öfter fein siebartig punctirt (VI. 7).

Hierzu geben nun durch Maceration isolirte Schläuche wesentliche Erläuterungen.

Durch Kochen in Kalilauge von einer gewissen Concentration, die für einzelne Fälle ausprobt werden muss, gerinnt nämlich der Inhalt der Schläuche zu einer dicken, stark Licht brechenden Gallerte, welche von einer ziemlich haltbaren Membran umkleidet ist und in ihrem Inneren die Krystallnadeln zusammengedrängt enthält.

Dabei bläht sich die primäre Zellhaut auf, während der Innenschlauch nicht selten die Eindrücke benachbarter Parenchymzellen bewahrt (VI. 7, 10, 11).

Zerzt man nun die so isolirten Schläuche mit der Nadel, so trennen sich mit grosser Leichtigkeit die einzelnen benachbarten Zellen in den Stricturen, die den Ort der Querwände angeben, der Art von einander, dass der Binnenschlauch im Zusammenhang bleibt, und oft lang ausgedehnt sich herauszieht (VI. 10, y.). Häufig sind dann die Krystallbündel gerade an der Stelle aufgehäuft, wo die Zellwände aus einander gewichen sind, und beweisen auf's Schlagendste, dass von einer Querwand nichts mehr übrig ist (VI. 10).

Die primären Zellwände aber sieht man, beiderseits offen und steif, wie Futterale, oft vereinzelt und verschoben, oft fast ganz von dem abgerissenen Ende des continuirlichen geschmeidigen Innenschlauchs heruntergeschoben.

Dergleichen Präparate liegen mir in besonderer Vollkommenheit und Grösse aus der Zwiebel von *Leucojum vernum* vor (VI. 10), deren ausnehmend grosse Raphiden dies Verhältniss leicht erkennen lassen. Ich kann nicht zweifeln, dass in den Zwiebeln dieser und der verwandten Pflanzen die Schläuche auf diese Weise durch die ganze Länge der Zwiebelblätter offene Kanäle bilden.

In anderen Fällen findet man auch Schlauchglieder mit noch geschlossenen Enden durch die Maceration vereinzelt. Dann bleibt der Innenschlauch an beiden Enden mit verbreiterten Ansätzen hängen, und es gelingt, die feine Porosität der Querfläche wieder wahrzunehmen (VI. 7). Nun gewährt das Ganze ein frappantes Abbild eines Siebröhrengliedes.

Noch in anderen Fällen bei schwächerer Einwirkung des Reagenses bleibt der Inhalt der Schläuche klar und dünnflüssig, und es wiederholen sich in ihnen dann die Erscheinungen, die man auch auf Schnitten wahrnehmen kann (VI. 9).

Aus diesen Beobachtungen geht nun hervor, dass die einzelnen Glieder, aus denen die Schlauchgefässe sich hier zusammensetzen, in ihrem Verhalten durchaus analog den jungen Siebröhrenzellen sind. Wie diese durchbrechen sie ihre Querwände unter Bildung einer continuirlichen Innenhaut. Aber der interessante Unterschied ist erstlich, dass bei den Schlauchgefässen die gesammte Siebwand, ehe sie sich verdickt, resorbirt wird, mithin eine weiter geöffnete Verbindung entsteht, und dass zweitens ein wesentlicher Theil des Inhalts hier die Raphiden sind. Zugleich aber erklären und bestätigen diese bei den Schlauchgefässen vorkommenden Erscheinungen die analogen Verhältnisse im Bau der Siebröhren.

Zwischen den resorbirten Scheidewänden bleiben übrigens auch manche unversehrt. Ob jedoch in den ausserordentlich langen Schläuchen der Blätter zwischen den bemerkbaren Stricturen oder Querwänden nicht in frühester Jugend schon andere aufgelöst und ganz verschwunden sind, ist mir noch fraglich. Denn ebenso, wie bei den Milchsaftegefässen, ist es auch hier schwer, sich vorzustellen, wie diese überlangen Röhren anders, als durch Vereinigung von Zellen aus dem Urparenchym hervorgehen sollen. Es müsste denn eine einzelne Zelle sich stets nur ausdehnen, während ihre Nachbarn sich viele Mal theilen. Dasselbe Bedenken trifft die ebenso langen Schläuche in den Blättern der Laucharten.

Die übrigen Amaryllideen verhalten sich im Allgemeinen ebenso. Ihre Schläuche sind meist sehr vollkommen entwickelt. Zuweilen sind sie im Alter so zartwandig, dass sie schwer freizulegen sind. Zuweilen tritt in den Zwiebeln auch milchichter Saft auf, und die Krystalle werden spärlicher. Stets enthält hier das umgebende Parenchym viel Stärkemehl (V. 13). Dagegen fehlt die Zellschicht der Allium-Arten, welche, dicht unter der Epidermis liegend, ausschliesslich grosse Krystalle enthält, hier überall.

Die Liliaceen-Gattungen verhalten sich auffallender Weise sehr verschieden. Von allen bisher beobachteten zeigt nur die Gattung *Triteleia* dieselbe Bildung wie *Allium*. Andere schliessen sich weit näher den Amaryllideen an, wie zumal *Agapanthus*, dessen Schläuche fast genau wie die jener Familie sind, nur dass sie zum Theil auch milchichten Saft führen (V. 9—11).

Sonst reihen sich *Scilla*, *Ornithogalum* und *Muscari* mit ähnlicher Bildung an. Allein es bilden ihre Schläuche nicht so zusammenhängende Züge. Vielmehr setzen ihre Reihen öfter ab, während neue daneben isolirt beginnen. Auch sind die Querwände häufiger geschlossen, und in den Zwiebeln endlich finden sich fast nur kürzere vereinzelte Schlauchzellen mit Krystallbündeln statt zusammenhängender Reihen derselben.

Zumal in den Zwiebeln von *Hyacinthus* und *Muscari* habe ich nur kurze, die Parenchymzellen nicht viel an Grösse übertreffende zerstreute Krystallzellen gefunden. In den Blättern der Hyacinthe finden sich dagegen Schläuche von riesenhafter Dicke und Länge, die aber doch nicht so unabgesetzte Reihen bilden, wie in den Amaryllideen.

Noch andere Liliaceen, wie *Lilium* selbst, *Tulipa*, *Hemerocallis*, *Asphodelus* u. s. w., haben bisher gar keine Schlauchgefässe finden lassen.

Am vollkommensten jedoch scheint dies System in der Familie der Commelynaceen entwickelt.

Hier durchziehen die Schläuche nicht allein in besonders grosser Zahl die Blätter, und dringen von da durch die schmale, aber deutlich vom Holz- und Markkörper geschiedene Rinde hinab (VI. 12), sondern sie treten auch in bedeutender Vollkommenheit zwischen den Gefässbündeln im Parenchym des Markes auf.

Und nirgends gelingt es leichter wie hier, die Entstehung der Schläuche aus Zellenreihen zu verfolgen.

Macht man feine Längsschnitte durch den Gipfel eines im Wachsthum begriffenen Stengels, z. B. von *Tradescantia Selloi*, so erblickt man mehrere Internodien über einander in verschiedenen Stadien der Entwicklung. Die obersten, erst wenige Zelllagen hoch, lassen von Schlauchgefässen noch nichts erblicken. In den tiefer gelegenen sieht man senkrechte Reihen von Parenchymzellen, die Bündel von Raphiden enthalten, zwischen dem übrigen Parenchym in lebhafter Zelltheilung begriffen. Die untersten Zellen jeder Reihe sind die jüngsten und kleinsten, nach oben nehmen sie stetig an Grösse zu, zumal an Länge in der Richtung der Stengelaxe. Im Verhältniss noch schneller als die Zellen wächst von unten nach oben die Grösse der Nadelkrystalle. Die alleruntersten zum Theil noch in Theilung verharrenden Zellen lassen noch gar keine Krystalle blicken. Die Reihe aufwärts verfolgend, trifft man dann äusserst kleine Bündelchen derselben, eben entstanden, die in ihrer an sich sehr kleinen Zelle wenig auffallen (VII. 8, 9)¹⁾.

1) A. a. O. Fig. 11.

Weiter hinauf sieht man diese so schnell vergrössert, dass sie bald den ganzen Raum der Zelle erfüllen. Noch weiter, so drängen sie gegen die Querwand, durchbohren dieselbe, indem die Länge ihrer Mutterzelle nicht mehr hinreicht, sie zu bergen, verschieben sich, gerathen zwischen die Nadeln der Nachbarzelle, und endlich zeigt das obere Ende der Reihe den vollendeten offenen Kanal, durch den sich die erst gesonderten Raphidenbündel der einzelnen Zellen gemeinsam zerstreuen.

Wo die Krystalle die Enden ihrer Mutterzellen zu überschreiten beginnen, bemerkt man übrigens selten eine Spur einer wirklich Widerstand leistenden, zerrissenen Querwand. Es ist daher anzunehmen, dass dieselbe schon vorher erweicht oder resorbirt war. Die noch festen Querwände der jungen Zellen scheinen fein porös zu sein (VII. 8, 9).

Ein plastischeres und anschaulicheres Bild von der Entwicklung eines Gefässes, als es solche Zellreihe gewährt, kann man sich kaum denken. Die gesammte Wachsthumsgeschichte jedes einzelnen Gliedes liegt zugleich in ununterbrochener Folge von oben nach unten dem Auge vor, und lehrt die Entstehung des Ganzen.

In den wachsenden Stengelgliedern werden sowohl in Mark als Rinde die Spuren der ursprünglichen Querwände leicht verwischt. Dagegen bleiben sie in den Blättern meist alle in Gestalt von Stricturen sichtbar.

In der genannten Species liegen die Schläuche in den Blättern so günstig, nämlich dicht unter der unteren Oberhaut, dass man sie unter dem Mikroskop im unverletzten Blatt sehen kann, wenn man nur die Luft aus dem Inneren desselben durch leises Drücken unter Wasser entfernt hat.

Unterwirft man ganz junge Blätter aus der Knospe dieser Beobachtung, so verrathen sich die Gefässläufe an den Zügen von Nadelkrystallen, die man deutlich erblickt. Je näher der Basis, desto kleiner und regelmässiger in Gruppen geordnet erscheinen sie, je näher der Spitze, desto grösser und desto mehr zu langen Zügen vermischt. Eine Bestätigung der oben geschilderten Entwicklung.

Die dicht gedrängten grossen Krystalle des jungen Gewebes liegen in den Gefässen des erwachsenen Organs dünn vertheilt (VI. 13; VII. 7), sind oft kaum zu finden, und an Grösse nun verhältnissmässig unbedeutend.

Es folgt daraus, dass sie weder an Zahl noch Ausdehnung zunehmen, nachdem das Zellgewebe einmal vollständig angelegt ist.

Ich kann nicht zweifeln, dass die Schläuche in dieser Familie zuletzt völlig offene Systeme durch die ganze Länge der Blätter und der dazu gehörigen Stengelglieder ausmachen.

Das Freilegen derselben durch Maceration gelingt nicht immer leicht; ich habe es zuweilen ganz vergeblich versucht. Dagegen habe ich in anderen Fällen schöne zusammenhängende Schläuche von grosser Länge erhalten, die von Querwänden oft keine Spur mehr blicken liessen, zumal wenn sie aus dem Stengelinneren waren.

An diesen habe ich dann wieder durch Zerren mit der Nadel und durch Färben mit Chlorzinkjod die deutliche Anschauung davon erhalten, dass innerhalb der primären Zellwand eine continuirliche Innenhaut sich bildet, welche anders gefärbt wird und sich zähe herauszieht, während die äussere Haut in ihre einzelnen Glieder aus einander reisst (VII. 4).

Da diese Familie zugleich gut entwickelte Siebröhrenbündel enthält, so empfiehlt sie sich doppelt zum Studium dieser Organe.

Ausser in den genannten Familien habe ich auch noch in den Pandaneen und Aroideen Schlauchgefässe beobachtet.

Von den Pandaneen jedoch ist es mir auffallender Weise bisher nur in einer Art, *Pandanus amaryllidifolius*, gelungen, in der äusseren Parenchymschicht der Blätter, nahe der Epidermis, diese langen, sehr feinen Schläuche aufzufinden, also ganz an der gewohnten Stelle (VII. 10, 11, u.). Dagegen finden sich in den anderen bisher untersuchten Arten genau an derselben Stelle nur verdickte Bastfasern, einzeln oder in Gruppen.

Ich halte es daher nicht für unwahrscheinlich, dass beiderlei Formen hier in derselben Weise aus Reihen von Parenchymzellen entstehen.

Krystalle habe ich in den Schlauchgefässen des *Pandanus* nicht bemerkt. Vielmehr sind diese theils als Raphiden in einzelnen grossen Parenchymzellen (VII. 10, ra.), wie das öfter der Fall ist, theils von kurz prismatischer Gestalt in senkrechten Zellenreihen der Bastbündel (erst.) eingeschlossen. Auch ist mir der systematische Zusammenhang in der Anordnung der Schläuche bei der grossen Feinheit derselben noch nicht klar geworden.

Die Aroideen zeigen zuweilen in der Rinde der Stengel und dem Blattparenchym sehr zahlreiche Schläuche, welche nicht sehr lang, in der Mitte erweitert und an den schmalen Enden abgerundet sind. Diese enthalten gewöhnlich ein Bündel Raphiden in der Mitte des erweiterten Theils. Durch Kochen in Kalilauge coagulirt ihr Saft genau wie in den Schläuchen der Amaryllideen, und die geronnene Masse drängt die Krystalle in der Mitte zusammen.

Diese Schläuche liegen meist vereinzelt oder zu zweien an einander stossend, seltener in längeren Reihen. Die kürzesten von ihnen haben das Ansehen einzelner Zellen und bilden den Uebergang zu den gewöhnlichen parenchymatischen Raphidenzellen, während die grösseren doch oft so lang sind, dass man geneigt ist, sie für Verschmelzungen mehrerer Zellen zu halten. Doch habe ich eine solche Verschmelzung noch nicht unmittelbar beobachtet. Je länger aber die Schläuche sind, desto mehr zerstreuen sich auch die Raphiden in ihnen.

Am längsten werden die Schläuche in der Rinde, wo man ausser solchen, die Raphiden führen, auch solche trifft, die mit milchichtem Saft erfüllt sind. Diese sind dann jedoch jenen an Gestalt ähnlich, und also von anderer Beschaffenheit als die oben beschriebenen Milchsaftgefässe, welche die Aroideen in den Gefässbündeln besitzen.

In anderen monokotylen Familien ist es mir noch nicht gelungen, wirkliche Schlauchgefässe nachzuweisen. Die Raphiden sind meist in vereinzelter parenchymatischen Zellen enthalten. Es ist übrigens nicht zu übersehen, dass diese Krystallzellen nicht allein an Grösse die benachbarten Zellen fast immer bedeutend übertreffen, sondern auch von anderer Gestalt, gewöhnlich elliptisch aufgebläht sind, und eine sehr feine Haut besitzen. Die Krystalle schweben meist in einem gedrängten Bündel in der Mitte eines durchsichtigen Saftes, der durch Reagentien zu einer zähen Gallerte gerinnt.

Auffallend sind die grossen prismatischen Krystalle der Irideen¹⁾ und Hydrocharitaceen. Jene liegen senkrecht im Parenchym, und jeder Krystall ist von einer sehr dünnen Zellhaut umgeben, welche eng anschliesst. Sie liegen zuweilen in Reihen. In der Gattung *Limnocharis* sind die Krystallzellen sogar quer durch das Parenchym gestreckt, welches die Lufthöhlen scheidet.

1) Vergl. Unger, Anatomie und Physiologie. S. 123.

Ausserdem finden sich zumal in Musaceen, Scitamineen, Palmen u. s. w. die krystallführenden Zellen in Reihen neben den Gefässbündeln.

Einzelne Fälle, die ich hierher ziehen muss, schildert Karsten¹⁾, zumal aus den Wurzeln und Stämmen der Palmen, wo er vereinzelte Schläuche, die er Gummi-Fasern nennt, aus Zellenreihen entstehen sah. Auch aus den Farnen-Stengeln hat er ähnliche Erscheinungen beschrieben, ebenso aus *Musa* und *Cecropia*.

In den Dikotylen habe ich hier und dort Spuren von Schlauchgefässen gefunden, die jedoch denen der Monokotylen nicht durchaus gleichen.

So laufen in der unteren Seite der Blätter der Fumariaceen ausnehmend lange und feine Röhren, dicht auf der Epidermis aufliegend, in ununterbrochenen Zügen hin, welche nicht den Gefässbündeln entsprechen, sondern sich häufig mit ihnen kreuzen. Jedoch stossen sie nicht mit quergestellten Endwänden gegen einander, sondern legen sich mit verschmälerten Enden an einander. Auch führen sie nur klaren Saft ohne Raphiden.

Ähnliche, aber viel kürzere, jedoch verzweigte Röhren dieser Art habe ich in den Cruciferen, zumal in *Sinapis alba* an derselben Stelle bemerkt.

Ferner finden sich im Parenchym von *Mirabilis* sehr zahlreiche dünnwandige Zellen, die dicht mit Raphiden erfüllt, sich grossentheils reihenweis an einander legen. Und diese Reihen habe ich hin und wieder zu Schläuchen verschmolzen gefunden.

Und endlich ist nun darauf hinzuweisen, dass man an den senkrechten Zellenreihen des Bastparenchyms, die sowohl in einer sehr grossen Zahl dikotylar, als auch in einigen Familien der monokotylen Gewächse, die Krystalle führen, eine bald geringere, bald grössere Neigung bemerkt, die trennenden Querwände zu erweichen und aufzulösen. So habe ich zumal in *Acer* mit Entschiedenheit diese Zellenreihen öfter zu Schläuchen verschmolzen gesehen, in denen die einzelnen Zellen nur noch durch die Zahl der Krystalle bezeichnet wurden. Sehr häufig sind diese gallertartig aufgequollen, und fast immer bleiben die Zellen dieser Reihen gern an einander hängen. Und wenn sie auch, wie es scheint, zum Theil aus getheilten Bastföhren hervorgehen, so schliesst dies eine Wiedervereinigung durch Resorption nicht aus. Es bedarf dies Verhalten des krystallführenden Bastparenchyms noch einer ganz speciellen Untersuchung (II. 7b, x.).

Und ich zweifle nicht, dass man alsdann nicht allein in diesen Reihenbildungen noch manche wirkliche Verschmelzung nachweisen, sondern dass man überhaupt auch vollkommene Schlauchgefässe noch in vielen anderen Gewächsen auffinden wird.

Uebrigens muss nun noch hervorgehoben werden, dass ja ein grosser Theil der echten Milchsaftegefässe selbst sich ausser durch den Gehalt an Milchsafte wenig oder gar nicht von den Schlauchgefässen unterscheidet.

Vor allen trifft dies die Milchsaftegefässe von *Acer*, welche mit breiten Enden auf einander stossen und die Gestalt weiter Schläuche haben, die ununterbrochene Züge bilden. Nur gehören sie der inneren Rinde, der eigentlichen Bastlage an.

Dann sind es die Gefässe im Mark und in der Rinde des *Sambucus*, die durch nichts von den Schlauchgefässen des Markes der *Tradescantia* verschieden zu sein scheinen, als durch ihren eigenthümlichen Saft.

1) Karsten, Die Vegetations-Organen der Palmen, p. 59 etc., Berichte der Berl. Akad., 1857, p. 74; Ueber *Cecropia peltata*, siehe oben S. 8.

Endlich sind selbst die sehr verbreiteten Milchsaftgefäße der *Papaveraceen* in Gestalt und Ort ihres Vorkommens den Schlauchgefäßen ausnehmend ähnlich, nur dass sie eben fast überall gefärbten Milchsaft führen, und ihre Querwände eine Porosität noch nicht mit Sicherheit haben wahrnehmen lassen.

Es ist mithin dieses System der Schlauchgefäße

1) wie oben nachgewiesen, mit den echten Siebröhren innig verwandt, von denen es sich wesentlich durch das Verschmelzen zu ununterbrochenen langen Schläuchen, den häufigen Gehalt an Raphiden und den Ort seines Vorkommens unterscheidet;

2) ist dasselbe, wie eben dargethan, den Milchsaftgefäßen selbst nicht minder verwandt;

3) zeigt es eine Verwandtschaft selbst zum Parenchym, wenn wir einerseits die Uebergänge betrachten, die in den *Liliaceen* und *Aroideen* zwischen vollkommenen Schlauchgefäßen, vereinzelten Schlauchzellen und endlich ganz kurzen Raphidenzellen sich darbieten, andererseits die Neigung zur Schlauchbildung beachten, welche die krystallführenden Bastparenchymreihen beweisen, und endlich die kurzen Glieder der Schlauchgefäße im Stamme der Zwiebeln in Erwägung ziehen;

4) endlich kann die Verwandtschaft mit den Bastfasern selbst nicht übersehen werden, welche sich theils in der wechselseitigen Stellvertretung beider Bildungen, wie sie z. B. in *Pandaneen* und *Aroideen* vorkommt, theils in den verschälerten Enden der Schlauchgefäße der *Fumariaceen* und *Cruciferen* zu erkennen giebt.

Demnach ist denn dieses organische System vor Allem geeignet, die innigen Beziehungen und die nahe Zusammengehörigkeit aller dieser Elemente darzuthun, da es zwischen allen als verbindendes Glied in der Mitte steht.

Was endlich die specielle Function der Schlauchgefäße betrifft, so lässt sich darüber schwer eine directe Beobachtung machen.

Wenn man jedoch beachtet, dass ihre oberen Enden zwischen den assimilirenden Zellen des pneumatischen Parenchyms der Blätter liegen, dass sie von da an lange, selten oder gar nicht unterbrochene Kanäle bis zu den Nahrungs-Behältern der Zwiebeln oder der Stengelrinde bilden, dass sie oberhalb dünnflüssigen Saft, unterhalb zum Theil Milchsaft führen, und dass sich entweder in ihrem eigenen Raum oder, — wie bei den *Allium*-Arten, — unmittelbar in den Nachbarzellen Krystalle abscheiden, die doch für Residua der Assimilation zu halten sind: so liegt die Meinung nahe, dass sie selbst einen Theil des assimilirten Nährsaftes aus den Blättern zur Verbrauchsstätte hinableiten.

Auch scheint mir dies ein Fall der weiter unten anzuführenden Versuche zu bestätigen.

4. Die Bastfasern.

(*Liber sensu strictiore, fibres du liber.*)

Es würde überflüssig sein, auf die Structur der Bastfasern, die im Allgemeinen bekannt genug ist, hier näher einzugehen. Es mag nur eine Bemerkung über ihre näheren Beziehungen zu den besprochenen verwandten Organen beigebracht werden.

Milchsaftgefäße, Siebröhren und Schlauchgefäße bestehen aus Zellen, je vollkommener ihre Entwicklung, desto inniger zu Gefäßen verschmolzen. Wie steht es in dieser Hinsicht mit den Bastfasern?

Man ist gewohnt anzunehmen, dass die Bastfasern aus einzelnen Cambiumzellen hervorgehen, die sich zuspitzen, und alsdann mit den feinen Enden zwischen einander drängen. Die Ansicht dagegen, die hier und da ausgesprochen ist, dass sie vielmehr aus verschmolzenen Zellreihen entstehen möchten, hat bisher wenig Anklang gefunden.

Man sollte meinen, die Frage einfach durch Beobachtung feiner Längsschnitte durch den Cambiumcylinder eines in der Entwicklung begriffenen Stengels beantworten zu können. Allein dies ist nicht leicht. Sobald man die junge Baströhre als solche an ihrer verdickten Wand erkennt, ist sie schon von beträchtlicher Länge, und vorher ist schwer zu bestimmen, ob aus einer Cambiumzelle eine Bastfaser oder sonst ein anderes Rindenorgan hervorgehen soll.

Es lassen sich jedoch aus dem, was man sehen kann, einige Schlüsse ziehen.

Eine Bastfaser kann leicht die Länge der Cambiumzellen, aus deren einer sie entstanden sein soll, zwanzig, fünfzig, ja noch mehrere Mal übertreffen. Man kann nur bei der äussersten Bastlage, die zu einer Zeit entsteht, in welcher der Stengel in bedeutendster Streckung begriffen ist, diese grosse Ausdehnung der Faser hauptsächlich auf die Verlängerung des ganzen Stengels schieben, und zum kleineren Theil darin suchen, dass sich die Zellen mit ihren Spitzen zwischen einander drängen.

Bei den Fasern der folgenden Lagen jedoch, die bei Holzgewächsen erst nach vollendetem Längenwachsthum entstehen, ist dies unzulässig. Es müsste mithin hier die ganze Verlängerung der Faser auf Rechnung des Zwischeneinanderschiebens gesetzt werden, wenn eben jede nur aus einer Cambiumzelle entstehen soll.

Nähme man also auch nur an, dass die fertige Faser nicht mehr als sechs oder zehn Mal so lang wäre, als eine entsprechende Cambiumzelle, so müsste sich jede solche Zelle, um zur Bastfaser zu werden, so weit auf- und abwärts verlängern, bis sie bei fünf bis neun anderen gleichen Zellen vorbei gekommen wäre. Das heisst der Querschnitt eines gegebenen Bastbündels müsste, nachdem die Fasern ausgebildet sind, sechs bis zehn Mal mehr derselben enthalten, als in dem Augenblick, wo er aus dem Cambium hervorgeht. Und dann müsste eben jedes Bündel zuletzt entweder einen sechs bis zehn Mal so grossen Umfang haben, als zuerst, oder es müssten die einzelnen Zellen sechs bis zehn Mal so schmal geworden sein, oder es fände von beiden ein Mittleres statt.

Man kann jedoch auf Querschnitten die Bastbündel im Heranwachsen von ihrem ersten Entstehen an beobachten, und findet dabei von Allem dem nichts. Weder nehmen die ganzen Bündel nach ihrem Entstehen an Umfang sehr auffallend zu, noch vermehrt sich die Zahl ihrer Zellen bemerkbar, noch endlich werden die einzelnen Zellen schmaler. Das Einzige, was wahrzunehmen ist, dass einige feine Zelldurchschnitte hin und wieder zwischen den weiteren erscheinen. Ueberhaupt ist ja der Regel nach, wenigstens bei unseren Bäumen, und selbst bei der Linde, die Zahl der Bastfasern eines Bündels nicht gross.

Daraus geht mithin zweifellos hervor, dass von einer einigermaßen erheblichen Streckung der Bastfaser durch Zwischendrängen zwischen andere Fasern nicht die Rede ist, und dass höchstens feine Spitzen der Zellen sich hinauf und hinab dazwischen schieben.

Und dann sehe ich keine andere Möglichkeit, als dass die Bastfasern der secundären Lagen, überall wo sie mehrmal länger sind, als ihre Cambiumzellen, aus Verschmelzung mehrerer dergleichen nach Art der Gefässe entstehen.

Man könnte als Belege dafür mancherlei anführen. Zunächst findet man oft Bastfasern, die ganz oder zum Theil durch Querscheidewände getheilt sind. Dann erblickt man im Cambium häufig senkrechte Zellreihen, die oben und unten mit einer spitzen Zelle endigend, die Gestalt der Bastfaser nachahmen. Aber ich gestehe, dass in allen diesen Fällen schwer zu sagen ist, ob man es wirklich mit einer aus Zellen entstehenden Röhre zu thun habe, und nicht vielmehr mit einer ehemaligen Röhre, die sich nachmals getheilt hat.

Allein es giebt gewichtige Analogien. Die Milchsaftegefäße der Apocynen ähneln ihren Bastfasern so sehr, dass es nicht möglich ist, die gleiche Entstehung beider zu bezweifeln. Nun aber zeigen diese Milchsaftegefäße häufige Verästelungen und sogar Copulationen, die durchaus nur aus Verschmelzung mehrerer Zellen erklärbar sind.

Ferner finden wir Bastzellen an Stelle sehr ähnlich gebildeter Schlauchgefäße und abwechselnd mit diesen z. B. in Aroideen und Pandaneen. In der ersten Familie erreichen solche frei im Parenchym der Blätter und zumal der Früchte verstreute Bastzellen zuweilen eine colossale Grösse. Ja sie sind sogar verästelt und zeigen endlich in der Gattung *Monstera* eine höchst auffallende Art der Copulation (VII. 12—17).

Man findet hier nämlich im Parenchym der Rinde je zwei lange zweispitzige Bastzellen in der Weise copulirt, dass sie etwa in der Mitte einander Fortsätze entgegenschicken, die mit verbreiterten Enden zusammenwachsen und sich gegen einander öffnen. Die zwei Baströhren pflegen um die Breite einer Parenchymzelle von einander abzustehen, und mithin, gleich Klammern, eine Reihe derselben zwischen sich zu fassen und mittelst der Querverbindung gleichsam festzuhalten¹⁾.

Dergleichen einzelne Fälle, die da beweisen, dass Bastzellen verschmelzen können, lassen mich in Verbindung mit der obigen Betrachtung nicht zweifeln, dass eben auch die Bastfasern grossentheils, wenn nicht allgemein, in sehr frühem Zustande aus Zellenreihen entstehen.

Schacht glaubt bei seiner Untersuchung von *Carica Papaya* hierfür eine directe Bestätigung gefunden zu haben, indem er an der Stelle entstehender Bastbündel Reihen von röhrigen Zellen wahrgenommen hat, deren Querwände dick aufgequollen waren. Wenig weiter nach aussen fehlten dieselben, und statt dessen sah er geschlossene Baströhren.

Meine Untersuchung von *Carica microcarpa* lässt mich damit nicht übereinstimmen. Vielmehr bin ich überzeugt, dass er in der Abbildung dieser Erscheinung wirkliche junge Siebröhren vor sich gehabt hat, da diese in der von mir untersuchten Art genau so aussehen. Und dass diese sich wirklich später in Baströhren verwandeln, davon habe ich mich noch nicht überzeugen können, sondern glaube eher, dass sie sich zwischen ihnen in weniger kenntlicher Gestalt verbergen.

Dagegen hat Karsten²⁾ einzelne Fälle sowohl bei Palmen als auch an *Cecropia peltata* beobachtet, in denen aus Reihen von Zellen einzelne Bastfasern entstanden sind; in den Palmen sogar aus Raphidenzellen.

Es ist dies Verhältniss durch fernere eingehende Untersuchung gänzlich ins Klare zu bringen. Vorläufig aber darf man nicht zweifeln, dass auch in der Entstehung die Bastfasern den drei verwandten gefässartigen Bildungen ähnlich sind.

1) Vergl. Schleiden, Beiträge zur Botanik. I. S. 42.

2) Karsten, a. d. a. O.

Und wenn man dann an der bisher gebräuchlichen Definition der Benennung „Gefäss“ fest hält, dass dasselbe eine Verschmelzung mehrerer Zellen sei, so muss man sich entschliessen, auch die Bastfasern, wenigstens zum Theil, den Gefässen beizugesellen. Allein wenn man andererseits erwägt, dass nachweislich viele echten Spiralgefässe, z. B. der Coniferen, Cycadeen, Farne u. s. w. nur einfache Zellen sind, dass die Schlauchgefässe von langen Verschmelzungen bis zu einfachen Zellen abgestuft sind, und dass selbst die Milchsaftgefässe zum Theil in einzelne Zellen gesondert bleiben, so wäre vielleicht vorzuziehen, die Umgrenzung des Begriffs zu ändern. Und ich möchte vorschlagen, „Gefässe“ alle die gestreckten schlauchförmigen Gebilde zu nennen, die einen eigenen Saft, oder ein festes Secret oder Luft leiten oder bewahren, seien sie ein- oder mehrzellig. Sonst würde man neuerdings zu mancherlei Spaltungen gezwungen sein, die die Anschauung eher verwirren als klären. Diejenigen Röhren, die dergleichen nicht wesentlich enthalten, wie die des Bastes, wären alsdann allerdings besser „Fasern“ zu nennen.

5. Zusammenfassende Uebersicht.

So ähnlich nun diese vier Formen gefässartiger Bastgebilde, und so verwandt in Bau und Entstehung sie seien, so bewahrt doch jede phytotomisch und physiologisch ihren Charakter.

Somit bleiben sie auch, wo sie in derselben Pflanze vorkommen, dennoch stets gesondert, und gehen auch die Mitglieder derselben Form die mannigfachsten Verschmelzungen ein, so habe ich doch nirgends offene Verbindungen oder Einmündungen verschiedener Gefässarten unter einander gesehen (denn wenn auch Siebröhren und Siebparenchym stellenweis gegen einander geöffnet sind, so gehören diese demselben System an, wie Holzgefässe und Holzzellen), ebenso wenig, wie eine von ihnen in offene Communication mit den Gefässen des Holzes tritt.

Wohl aber findet oft ein inniges Aneinanderlegen, ein enges Begleiten statt. Und da die geschlossene Membran ja überall der Weg des Säfteaustausches zwischen den Gewebformen des Pflanzenkörpers ist, so ist kein Zweifel, dass auf diesem Wege verschiedene innige Beziehungen sich herstellen.

So berühren sich Siebröhren mit Cambiumzellen, Milchsaftgefässen und Krystallzellen, Schlauchgefässe mit Krystallzellen (*Allium*), Siebröhren und Schlauchgefässe mit stärkeführendem Parenchym u. s. w.

Wenn wir jedoch vier verschiedene Formen röhriger und gefässartiger Gewebe-Elemente der Rinde unterscheiden können, so zeigt sich schon hierin eine grössere Complication dieses Systems im Vergleich mit dem Holzkörper. Noch grösser aber wird dieser Reichthum durch die Mannigfaltigkeit, die ihrerseits die Formen des Parenchyms aufweisen.

Nicht allein, dass es, wie schon im Anfang dieses Theiles erwähnt, seinem Ursprung nach aus zwei Lagen besteht, einer äusseren, primären, die aus dem Gipfel-Cambium unmittelbar hervorgegangen ist, und einer inneren, secundären, die aus dem Cambial-Cylinder erzeugt wird und der Bastschicht angehört, so besteht auch jede von diesen wiederum aus verschiedenen Formen.

Die äussere Lage wird, wie bekannt, erstlich aus kurzen walzenförmigen Zellen in senkrechten Reihen zusammengesetzt, von denen zweitens die Epidermiszellen und drittens die eigenthümlichen Zellen des Collenchyms zu unterscheiden sind. Letztes ist ein Gewebe, das die Mitte

hält zwischen Parenchym und Prosenchym, indem es dem ersten durch die Stellung in senkrechten Reihen, dem zweiten durch die gestreckte Gestalt seiner Zellen und die oft schiefen Querwände derselben ähnelt. Es gehört nur der primären Rinde an.

Das secundäre Parenchym gleicht zum Theil dem primären, das es ja auch ersetzen muss, wenn jenes bei der Bildung der Borke zu vegetiren aufhört.

Ferner tritt es aber in veränderter Gestalt als Siebparenchym auf, das mit den Siebröhren in Gemeinschaft die Siebröhrenbündel bildet, und meist aus langen feinen prismatischen Zellen besteht.

Endlich aber ist das krystallführende Parenchym als eigene Form zu unterscheiden, dessen Zellen meist in senkrechte Reihen geordnet sind und gewöhnlich nichts als einen Krystall oder eine Drüse oder ein Bündel von Krystallen führen. Auch diese bilden, wie schon erwähnt, den Uebergang zur Gefässbildung.

Alle übrigen weniger allgemein vorkommenden Bildungen, wie die mit besonderen Secreten erfüllten Zellen oder Behälter, die Zellen mit stark verdickten und verhärteten Wänden und dergleichen mehr, will ich hier als nicht unmittelbar zur Sache gehörend übergehen.

Aber schon den genannten Hauptformen gegenüber besitzt das Holz nur zweierlei wesentlich verschiedene Formen der Gefässe, Spiralgefässe und getüpfelte Gefässe (deren Modificationen keine wesentlich verschiedene Arten sind), und zwei Formen des Parenchyms, nämlich das gewöhnliche Holzparenchym und das Parenchym der Markscheide, d. h. diejenigen sehr langen und feinen walzigen Zellen mit horizontalen Wänden, die die ersten Spiralgefässe umgeben ¹⁾.

Die Anordnung der Rinden-Elemente ist nun diese:

In der primären Rinde herrscht die parenchymatische Zellform, in der secundären die röhrige, faserige und gefässartige Bildung vor. In der primären treten die Fasern und Gefässe nur vereinzelt auf, in der secundären massenhaft. Die primäre bildet eine einzige Lage, die secundäre, in den ausdauernden Stengeln, wiederholte Schichten.

Die wesentlichen Formen sind in beiden Lagen vertreten. Die Bastfasern finden sich zuweilen, die Milchsaftegefässe verhältnissmässig öfter in der äusseren Rinde. Die Siebröhren in eigentlicher Gestalt zwar nicht; allein es mögen die Schlauchgefässe hier deren Vertreter sein, vielleicht selbst in der Function, zumal zu einer Zeit, wo jene noch nicht entwickelt sind. Denn wie die primäre Rinde überhaupt, so entstehen auch die Milchsafte- und Schlauchgefässe derselben viel früher, als die gesammten Theile der Bast- und Holzschicht.

In der inneren Rinde oder Bastschicht pflegen Bündel von Bastfasern und Siebröhrenbündel mit einander abzuwechseln. Milchsaftegefässe und Krystall-Zellreihen schliessen sich meist den Siebröhrenbündeln, zuweilen aber auch den Bastbündeln unmittelbar an, sind aber auch durch das Bastparenchym zerstreut, das alle Theile dieser Schicht umgiebt.

Es ist nun von besonderer Wichtigkeit, dass das Mark sich in seinem Verhalten durchaus der primären Rinde anschliesst. Milchsaftegefässe, Schlauchgefässe, selbst echte Bastfasern kommen vereinzelt und zerstreut im Mark ebenso und meist in denselben Pflanzen vor, wie in der primären Rinde. Und vergleicht man hiermit, dass das Markparenchym, so lange es vegetirt, auch an Form und Inhalt dem primären Rindenparenchym ähnlich, ja endlich auch an Ursprung

1) Vergl. Schlussbemerkung.

ihm analog ist, so darf man nicht anstehen, anzuerkennen, dass beide ein einziges System ausmachen.

Dagegen gehen ohne Zweifel die im Mark, und zwar stets nahe der Markscheide vorkommenden Siebröhrenbündel aus dem Cambium der Gefässbündel hervor, und gehören somit dem secundären System an.

Man könnte daher die gesammten Glieder des Stengelbaues in diese Uebersicht bringen:

A. Sie zerfallen ihrem Ursprung und der Folge ihrer Entwicklung nach in

- 1) das primäre System: Aeussere Rinde und Mark;
- 2) das secundäre System: Holzschicht und Bastschicht.

B. Sie müssen jedoch nach der Zusammengehörigkeit durch Structur und Function zusammengefasst werden in

- 1) Rindensystem (System der Assimilation und Secretion): Aeussere Rinde, Mark, Bastschicht;
- 2) Holzsystem (System der Zuleitung noch nicht assimilirten, „lymphatischen“ Saftes): Die Holzschicht allein.

Und die complicirten Glieder des Rindensystems wären dann wiederum zu gruppiren zunächst in

A. Parenchym: 1) gewöhnlicher Form, 2) Epidermis, 3) Collenchym, 4) Siebparenchym, 5) krystallführendes Parenchym u. s. w.

B. Faser- und Gefässbildungen. Diese lassen sich bei ihren mancherlei Uebergängen nach zwei Gesichtspunkten verschieden zusammenstellen. Man muss sie zuvörderst der Form nach theilen in:

- 1) Netzartige Gefässe: Sie bilden ein durch viele Anastomosen und Capillarzweige allseitig verknüpfttes engmaschiges Netz von Gefässen, das durch die ganze Pflanze in ununterbrochenem Zusammenhange steht. Hierher nur die Milchsaftgefässe der Cichoriaceen, Campanulaceen, Lobeliaceen und der Carica. Sie finden sich in der Bastschicht, bei Carica in der Holzschicht.
- 2) Schlauchförmige Gefässe: Lange cylindrische Schläuche, die entweder ununterbrochen vereinigt oder durch Querwände ab und zu getrennt sind, meist vereinzelt laufen, zuweilen aber auch seitliche Verbindungen, aber nie ein engmaschiges Netz mit Capillar-Verbindungen bilden. Hierher die Schlauchgefässe der Allien, Amaryllideen, Commelyneen, Aroideen, Pandaneen, die Milchsaftgefässe der Papaveraceen, des Acer, Humulus, Sambucus, der Aroideen, der Clusia (der Alismaceen?) u. s. w. — Sie kommen meist in dem primären System, seltener in der Bastschicht vor.
- 3) Verzweigte Gefässe: Einfachere schlauchförmige Gefässe mit seltenen Anastomosen, aber mit Verzweigungen, die häufig in blinde Enden auslaufen. Hierher die Milchsaftgefässe der Artocarpeen, Moreen, mancher Apocyneen und Euphorbiaceen u. s. w. Sie kommen hauptsächlich in der Bastschicht, aber auch im primären System vor.
- 4) Spindelförmige Gefässe: Lange, völlig einfache, an beiden Enden geschlossene und zugespitzte Röhren, die sich von den Bastfasern nur durch dünnere Wände unterscheiden. Hierher die einfacheren Formen der Gefässe der eben genannten

Familien, zumal aus *Vinca*, *Mercurialis*, *Ricinus*, manchen *Euphorbia*-Arten, die Schlauchgefäße der *Fumariaceen* u. s. w. Meist in der Bastschicht, selten im primären System.

- 5) Bastfasern: Wie die vorigen, aber mit verdickten Wänden. Hierher die echten Bastfasern, die überall häufig sind, und einzelne dickwandige Milchsaftgefäße mancher *Euphorbiaceen* und *Apocynen*. Massenhaft in der Bastschicht, vereinzelt im primären System.
- 6) Siebröhren: Schlauchförmige Gefäße, die bündelweis neben einander verlaufen und durch Siebbildung in Verbindung treten. Fast nur in der Bastschicht, seltener in der Markscheide.

Natürlich lassen sich diese Unterschiede keineswegs in feste Grenzen bringen, sondern sind durch die mannigfachsten Uebergänge verknüpft.

Man kann dann dieselben Organe dem Inhalte nach theilen in:

- 1) Leiter des assimilirten, plastischen Bildungssaftes (wahre „Lebenssaftgefäße“). Hierher die Siebröhren und vielleicht die Schlauchgefäße zum Theil.
- 2) Milchsaftgefäße: Behälter und Leiter milchichten Saftes. Nach specieller Verschiedenheit könnten diese noch Unter-Eintheilungen erleiden.
- 3) Krystallführende Gefäße: Die Schlauchgefäße zum Theil.
- 4) Gefäße oder Fasern ohne eigenthümlichen Inhalt, mit verdickter Wand: Bastfasern.

Mag diese Uebersicht beitragen, die grosse Mannigfaltigkeit der Anatomie des Rindensystems und den Zusammenhang seiner Glieder, so weit derselbe bis jetzt durchsichtig ist, ins Licht zu setzen.

ZWEITER ABSCHNITT.

Physiologische Versuche über das Bastsystem.

Die Ansicht, dass die Milchsaftegefäße es seien, welche den bildungsfähigen Lebenssaft führen, beruhte auf keiner directen Beobachtung. Sie stützte sich nur im Allgemeinen auf die Versuche, durch welche bewiesen wird, dass die Vertheilung dieses Saftes allein durch die Rinde und nicht durch das Holz geschieht. Wer also in allen Pflanzen ein System von Milchsaftegefäßen annahm, konnte es natürlich finden, im „Latex“ zugleich den Bildungssaft zu erblicken.

Während man aber auf dieser Seite zu weit ging, gelangte man auf der anderen zu nicht geringeren Uebertreibungen. Das Missbehagen an der vermeintlichen Function und Bedeutsamkeit der Milchsaftegefäße liess die Function der gesammten Rinde verkennen. Die Liebhaberei, sich einzubilden, dass die Pflanze keine besonderen Organe brauche, um Säfte zu leiten, sondern dass jede Zelle im Stande sei, Säfte sowohl zu assimiliren als zu leiten, machte, dass man die augenfälligsten längst bekannten Thatsachen vergass.

Zumal waren es Schleiden und seine Anhänger, welche die alte physiologische Grundanschauung, dass Holz und Rinde in Function wesentlich verschieden seien, bekämpften. Die zahlreichen einzelnen Versuche, die seit Malpighi und Claude Perrault, seit Magnol, Mariotte und Hales angestellt und bekannt geworden waren, liess man unbeachtet. Die glänzenden Beobachtungen eines du Hamel und Bonnet, die mit vollendeter Beweiskraft ihre Lehre darthun, ignorirte man, ebenso wie die zahllosen Bestätigungen, welche dieselben durch die Schriften eines Brisseau-Mirbel, du Petit-Thouars, Dutrochet, de Candolle, Feburier, Knight, Cotta und vieler anderer Forscher gefunden haben. Ohne denselben widersprechende Beobachtungen entgegensetzen zu können, begnügte man sich, sie einfach durch grundlose Behauptungen zu beseitigen.

So wurde es immer von Neuem nöthig, durch wiederholte Versuche die alte Lehre zu stützen und den modernen Fortschritten der Wissenschaft gemäss zu erweitern. Und es mag genügen, von den mancherlei hierauf zielenden Untersuchungen nur die von Trécul¹⁾ zu erwähnen, der bei seinen genauen Beobachtungen über die Reproduction auf Stämmen, die theilweis ent-rindet sind, zugleich die Bestätigung für die Function der Rinde fand, und die von Hartig²⁾, der diesem Gegenstand neuerdings eine besondere Reihe von Untersuchungen widmete.

1) Trécul, Annales des sciences naturelles, S. VII. T. XIX., XX.

2) Hartig, Ueber die Bewegung des Saftes in den Holzpflanzen. Botan. Zeitung, 1858, 329 etc. — Fernere Literaturangaben finden sich in der S. 52 citirten Abhandlung des Verfassers.

Und aus Allem folgte stets dasselbe Resultat, dass das Holz den noch nicht assimilirten Saft aus den Wurzeln zu den Blättern leite, diese ihn durch Hinzutritt der eingeathmeten Stoffe aus der Luft assimiliren, und die Rinde denselben dann wieder zurückführe.

Es blieb jedoch immer noch übrig, erstens unter den verschiedenen Schichten der Rindengewebe diejenige genauer zu ermitteln, die die Leitung und Vertheilung des eigentlichen Nährsaftes auszuführen habe. Und es blieb zweitens noch mit Sicherheit festzustellen, in wie weit die Wurzeln oder die Blätter für sich allein im Stande seien, den aufgenommenen Nahrungsstoff bildungsfähig zu machen und einander in ihrer Thätigkeit zu vertreten.

Ich hatte mir daher die Aufgabe gestellt, die Säftebewegung in der Rinde noch einmal durch möglichst einfache Versuche zu prüfen, und zumal den zweiten eben erwähnten Punkt dabei bis zu vollkommener Evidenz zu erledigen.

Und indem nun dies Letzte in der That gelang, fand ich zugleich den ersten thatsächlichen Anhalt zur Ermittlung desjenigen unter den verschiedenen Rindenorganen, welches vorzugsweise zur Leitung des Bildungssaftes befähigt ist¹⁾.

Ich richtete daher eine zweite Reihe von Versuchen darauf, auch diesen Punkt völlig ausser Zweifel zu setzen. Und nachdem auch dies durchaus gelungen ist, lässt sich nun der Gegensatz eines fertig assimilirten Saftes, der allein zu Neubildungen verwendbar ist, gegen den Milchsaft einerseits und den noch nicht genügend assimilirten Saft des Holzes andererseits, so wie der Unterschied der Gefässe dieser Säfte auf das Bestimmteste ins Licht setzen. Und ich sehe mich in den Stand gesetzt, dies Resultat meiner Versuche durch eine vollständige Reihe von Präparaten zu erhärten.

Um eine klare Uebersicht zu geben und eine genaue Schlussfolge zu gestatten, ist es nöthig, alle von mir angestellten Versuche, sowohl die früher schon veröffentlichten, als die neuerdings angereihten, wie sie einander ergänzen, kurz zusammen zu stellen.

1. Ergebnisse früherer Versuche.

Es ist bekannt genug, welchen Erfolg es hat, wenn man einen Stamm oder einen Zweig eines Baumes eines ringförmigen Stückes seiner Rinde beraubt. Dieser Erfolg jedoch wird, wenn der Stamm oder der Zweig von bedeutenderer Stärke ist, durch den Nahrungsvorrath, der sich im unteren Theil desselben befindet, leicht modificirt und gestört.

Ich veränderte daher den Versuch in doppelter Weise, auf die Betrachtung gestützt, dass:

Erstens die meisten Pflanzen die Fähigkeit haben, aus abgeschnittenen kleinen Zweigen neue Wurzeln zu schlagen und sich zu reproduciren, wenn man diese in eine geeignete der Vegetation günstige Lage bringt, und dass das Material zur Bildung dieser Wurzeln, die aus dem unteren Ende des Zweiges hervorzubrechen pflegen, entweder an diesem Ende selbst erzeugt werden, oder aus einem anderen Theil des Reises, d. h. in der Richtung von oben nach unten, herbei geschafft werden muss. Und dass:

Zweitens die äussersten Enden des Stammes und der Zweige, die sich durch die Entwicklung ihrer Knospen vergrössern, das Material zu dieser Vergrösserung wiederum entweder

¹⁾ Hanstein, Ueber die Leitung des Saftes durch die Rinde und Folgerungen daraus; Pringsheim's Jahrbücher, II. 392. — Siehe hier auch die ausführlichere Besprechung früherer Beobachtungen.

am Orte des Verbrauchs erzeugen oder dasselbe aus einem anderen Theile der Pflanze zugeführt erhalten müssen, also in der Richtung von unten nach oben.

A. Ich entnahm also zunächst Stecklingen von sehr verschiedenen Pflanzenarten in geringer Entfernung von ihrem unteren Ende einen Rindenring, und setzte sie nun der Art in Wasser oder feuchte Erde, dass der entblösste Ring ausserhalb derselben blieb. Die Gefässe mit diesen Stecklingen wurden alsdann in einen Glaskasten gebracht, dessen Luft mit Wasserdampf gesättigt war. (Siehe beistehende Figur.)

Der Erfolg war, dass die Wurzeln nun nicht aus dem unteren Ende, sondern vielmehr aus dem Theil der Rinde hervorgingen, der nahe über der Wunde war.

Nimmt man nun dem Reise einen nur unvollständigen Ring von Rinde, d. h. lässt man einen schmalen Streifen als Verbindung zwischen der oberen und unteren Rinde stehen, so erzeugen die Stecklinge ihre Wurzeln ebenso, als ob sie ganz unverletzt wären, alle oder doch die meisten am unteren Ende.

Dasselbe geschieht, wenn man versäumt hat, von dem entblösten Theil des Holzes das Cambium abzuwischen, und sich nun aus diesem ein Theil der Rinde wieder erzeugt.

Hat man Steckreiser unverletzt eingesetzt, und sie dann, nachdem sie aus dem unteren Ende Wurzeln geschlagen haben, eines Rindenringes beraubt, so hören diese Wurzeln auf zu wachsen, sterben ab, und neue erscheinen oberhalb der geringelten Stelle.

Bringt man endlich den Ringelschnitt in grösserer Entfernung vom unteren Ende des Steckreises an, so erscheinen gewöhnlich einige kleine Wurzeln auch unter demselben, deren Masse proportional dem unteren Stück des Reises ist, welches durch den Ringschnitt abgegrenzt ist.

Hieraus folgt nun mit Sicherheit:

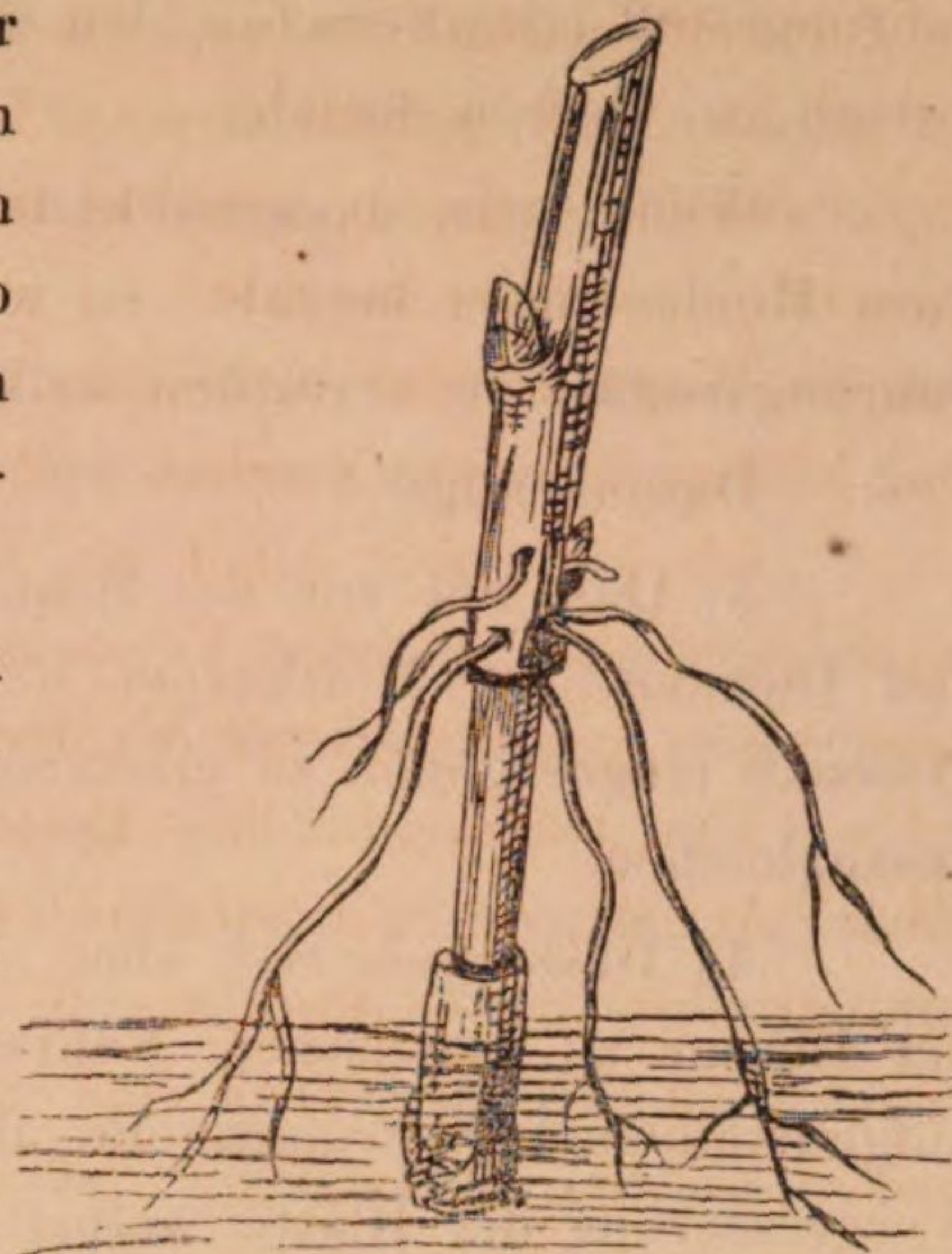
1) Dass weder das untere Ende des Steckreises, noch die daran entstandenen Wurzeln im Stande sind, das plastische Material zu deren Bildung zu bereiten, dass dasselbe vielmehr aus dem übrigen Theil des Stengels dahin gelangen muss, in welchem es entweder als Reservestoff vorrätig war, oder durch die Thätigkeit der Blätter erzeugt wird.

2) Dass dies Material nicht durch das Holz, sondern nur durch die Rinde abwärts geleitet werden kann.

B. Setzt man abgeschnittene belaubte Zweige in Wasser, so hören sie in den meisten Fällen alsbald zu wachsen auf. Sehr oft beginnen sie in kurzer Zeit zu welken, zumal die Zweige der meisten Holzgewächse.

Gelingt es ihnen nicht, sich bald zu bewurzeln, so sterben sie ab, und selbst in einer mit Wasserdampf gesättigten Luft, die das Welken verhindert, vermögen sie nicht fortzuwachsen, sondern kommen ebenfalls um.

In einzelnen Fällen, zumal bei fleischigen Gewächsen (z. B. Sedum), findet zwar eine Fortentwicklung der Spitze statt, allein nur auf Kosten der älteren Theile, welche dafür ausgesogen werden. Der ganze Zweig nimmt dabei an fester Masse nicht zu, sondern ab.



Setzt man Zweige von Gehölzen, bevor sie im Frühjahr ihre Knospen entwickelt haben, in Wasser, so treiben sie so lange Sprosse mit Blättern oder Blüthen, bis der Vorrath von Nahrungsstoff (Stärkemehl), den sie enthalten, aufgezehrt ist. Haben sie alsdann sich nicht bewurzelt, so sterben sie ab.

Wenn man dagegen kleinere Zweige am Baum einige Glieder unterhalb ihrer Spitze eines Rindenringes beraubt, so wachsen sie nichts desto weniger fort, ohne einen Mangel an Nahrungszufluss zu verrathen, selbst in sehr trockener Luft.

Daraus folgt:

3) Dass der von der Schnittfläche eines Zweiges eingesogene Saft, der durch Capillarität und Diosmose im Holzkörper aufsteigt, oft schon quantitativ nicht ausreicht, den von den Wurzeln eingesogenen zu ersetzen, und den Verlust, den die Blätter durch Verdunstung erleiden, auszugleichen.

4) Dass dieser Saft aber unter allen Umständen nicht im Stande ist, durch die Thätigkeit der Blätter zu plastischem Nährsaft assimilirt zu werden, und dass auch die von den Blättern aufgenommenen Nahrungsstoffe allein nicht zur Fortbildung des Gewächses, nicht einmal zur Vergrößerung der Blätter selbst brauchbar sind.

5) Dass also nur aus der gemeinsamen Thätigkeit von Wurzeln und Blättern ein Saft, der zu Neubildungen verwendbar ist, gewonnen werden kann, und dass auch nur die Wurzeln im Stande sind, unter allen Umständen eine genügende Menge von Flüssigkeit aufzunehmen und durch den Holzkörper aufwärts zu senden.

C. Wenn man jedoch dergleichen Zweigspitzen, denen man eine kurze Strecke unter ihrem Ende einen Rindenring genommen hat, auch der Blätter beraubt, so stockt ihre Entwicklung und sie sterben ab. Tragen sie Früchte, so fallen diese ab, ohne zur Reife zu gelangen.

Wenn man dagegen Zweige, die im Treiben begriffen sind, auf eine längere Strecke von der Spitze ab aller entfalteten Blätter beraubt, die Gipfelknospe selbst aber und die gesammte Rinde unverletzt lässt, so stockt zwar der Trieb auf eine Weile, beginnt aber nach und nach von Neuem. Jedoch wird der Zweig auf der ganzen entlaubten Strecke nicht dicker, bevor oberhalb derselben neue Blätter zur Entfaltung gelangt sind.

Hieraus folgt ferner:

6) Dass die im Holz in reichlicher Menge aus der Wurzel aufsteigende Flüssigkeit auch nicht genügt, um die Entwicklung der Knospen zu unterhalten, ohne die hinzutretende assimilirende und ergänzende Thätigkeit der Blätter. Und

7) Dass wiederum der Holzkörper selbst mit dem noch vegetirenden Mark nicht im Stande ist, aus tiefer gelegenen Blättern den von diesen assimilirten Saft aufwärts zu leiten, nicht einmal zum eigenen Bedarf, sondern dass dies nur die Rinde vermag, welche dies im normalen Verhältniss nur auf kurze, im abnormen auch auf längere Entfernungen, wenn auch zögernd, vollbringt.

8) Dass jedoch zur Verdickung des Holzes und der Rinde der Saft von höher stehenden Blättern herabsteigt, und endlich

9) Dass auch die junge Rinde, wie die grünen Theile der Blüthen- und Fruchthüllen nicht im Stande sind, die Blätter in genügendem Maasse zu vertreten.

D. Nimmt man jungen Zweigen einen Rindenring, bevor sie im Frühjahr ihre Knospen entwickelt haben, so wachsen diejenigen Knospen unmittelbar unter der Wunde stärker, als die unmittelbar über derselben.

Bringt man aber die Ringwunde sehr nahe (1—2 Zoll) unter der Spitze des Zweiges an, so sterben die Knospen über derselben bald nach dem Austrieb wieder ab, ohne zur Entwicklung zu gelangen.

Macht man dagegen die Ringwunde unvollkommen, indem man einen Streifen Rinde auf derselben stehen lässt (wie oben), so entwickeln sich die darüber befindlichen Knospen ungestört fort.

Daraus erhellt endlich:

10) Dass selbst derjenige Saft, der im Frühjahr im Holzkörper aufsteigt, und welcher in der von der Wurzel aufgenommenen rohen Flüssigkeit zugleich die wiedergelösten Nahrungsstoffe, die im Holzkörper abgelagert waren, aufwärts führt, doch nicht ausreicht, die jungen Triebe zur Ausbildung zu bringen; dass vielmehr hierzu abermals ein Saft nöthig ist, der auch um diese Zeit nur in der Rinde enthalten ist, daher nur aus den unteren Theilen der Rinde ergänzt werden, und nur durch diese selbst seinen Weg zu den Verbrauchsstätten in den wachsenden Knospen finden kann, nach welchen er jetzt also vorzugsweise aufwärts bewegt wird.

2. Neue Versuche und Folgerungen.

Die Zusammenstellung dieser Versuche bestätigt nun nicht allein die frühere Vorstellung der Säftebewegung im Pflanzenkörper auf das Entschiedenste, sondern erweitert dieselbe in einigen wesentlichen Punkten. Die Beschränkung der Versuche auf Stecklinge und kleine Zweigspitzen gestattet, genauere, enger umgrenzte Fragen zu stellen, und die Natur zu bestimmteren Antworten zu nöthigen.

Es stellt sich die Verschiedenheit der zweierlei Säfte unzweifelhaft fest, deren einer aus den Wurzeln stammt, unter dem Drucke derselben im Holze aufsteigt, aber noch nicht bildungsfähig ist, während der andere, plastische Saft durch Thätigkeit der Blätter aus dem Holzsaft und den atmosphärischen Nährstoffen assimilirt, und ausschliesslich nur durch die Rinde zu seinen Verbrauchsstätten geleitet wird, d. h. zum grösseren Theil abwärts, nach Bedürfniss zu Zeiten aber auch aufwärts.

Ja, es stellt sich zumal aus den letzten Versuchen heraus, dass auch ein Gehalt von Zucker, Gummi oder überhaupt von stärkeartigen Stoffen, wie ihn der Holzsaft im Frühjahr führt, denselben noch nicht zu Neubildungen befähigt. Man kann kaum zweifeln, dass das Material, welches die Rinde hierzu beisteuern muss, der proteinhaltige Saft sei, der die Zellen der inneren Rinde reichlich erfüllt, aber niemals in den fertigen saftleitenden Holzzellen in erheblicher Menge zu finden ist. Zum ersten Austrieb der Knospen ist genug von diesen Stoffen im Parenchym dicht unter denselben vorrätig.

Es musste auf diese Weise die Function von Rinde und Holz noch einmal genau abgegrenzt werden, bevor zur Unterscheidung der Function der einzelnen Organe, die die Rinde zusammensetzen, geschritten werden konnte.

Alle diese Versuche wurden zuvörderst an solchen Dikotyledonen angestellt, die ein völlig getrenntes Holz- und Rindensystem besitzen.

Es gilt daher in allen den Fällen das, was vom Holz gesagt ist, zugleich vom Mark, und es könnte das, was die Rinde betrifft, sich zugleich auf das Cambium und sogar auf die neusten, jüngst aus dem Cambium erzeugten Holzgefäße beziehen, da diese überall da mit zerstört wurden, wo die Rinde vom Holze entfernt ward.

Ich schritt zu Versuchen mit Monokotyledonen. Voraussichtlich mussten die Resultate ganz anders ausfallen, da die im Inneren des Stengels zerstreuten Gefässbündel die Organe des Holzes und die des Bastes in sich vereinigen. Auch hat schon Mirbel¹⁾ beobachtet, dass ein monokotyler Stamm, dem ein ringförmiges Rindenstück genommen ist, am oberen Rande keine stärkere Reproduction zeigt, als am unteren.

So war es denn auch. Stecklinge von *Dracaena purpurea* brachten nur am untersten Ende Wurzeln hervor, ungeachtet die Rinde durch eine Ringwunde unterbrochen war. Verschiedene Arten von *Philodendron* erzeugten unten sehr starke Wurzeln, während sie einige auch von oben herab sandten. *Stenotaphrum glaucum* und *Tradescantia Selloi* liessen sowohl unter als über der Ringwunde Wurzeln hervorsprossen, letztere sogar über der Ringwunde noch mehr, als darunter.

In allen diesen Pflanzen konnte also, trotz der ringförmigen Unterbrechung der Rinde, dennoch plastisches Material nach unten gelangen. Und da nach den Versuchen mit Dikotylen, die eben besprochen sind, fest steht, dass die Organe des Holzes und des Markes dieselben nicht leiten können, so mussten es die dem Bastsystem angehörigen Organe der Gefässbündel sein, die dies Geschäft übernahmen.

Eine Bestätigung hierfür mussten diejenigen Dikotyledonen geben, welche ähnlich den Monokotyledonen im Mark vollständige Bündel von Holz- und Bastgefässen besitzen. Stecklinge von *Piper medium* und *Peperomia blanda*, in derselben Weise behandelt, bewurzelten sich nur unterhalb der Ringwunde. Dessgleichen erzeugten *Amarantus sanguineus* und *Mirabilis Jalappa* ebenfalls die meisten Wurzeln am unteren Ende, und nur wenige oberhalb des Ringschnittes.

Für diese erschien es jedoch nöthig, den Versuch auch in entgegengesetzter Weise zu wiederholen. Es wurden demnach starke Stengel von *Amarantus sanguineus* und *tristis* und *Atriplex nitens* ausgewählt, an der Spitze eingestutzt, etwas tiefer geringelt und der Blätter beraubt, die oberhalb des Ringschnittes stehen geblieben waren.

Die Folge war, dass die so von der übrigen Pflanze abgegrenzten Spitzen nicht, wie in den vorher erwähnten Fällen, zu Grunde gingen, sondern vielmehr ihre Achselknospen entwickelten und alsdann zu wachsen fortfuhren.

Um an einem ähnlichen krautartigen Gewächse ohne dergleichen Gefässbündel im Mark die Gegenprobe zu machen, wurde derselbe Versuch an *Polygonum orientale* angestellt. Jedoch starben die Theile oberhalb der Ringwunde ab, nachdem sie sich nur noch einige Zeit frisch erhalten hatten.

Mithin wird auch in dikotyledonen Gewächsen, sobald sie im Mark Gefässbündel besitzen, durch gewisse Theile dieser Bündel der plastische Saft nicht allein abwärts zur Wurzelbildung, sondern auch aufwärts zur Speisung junger Triebe geleitet.

1) Brisseau-Mirbel, Elements de physiol. végét. et de botanique, p. 121.

In allen diesen Fällen enthalten die inneren Gefässbündel sowohl Siebröhren und meist Bastfasern als auch ein Cambiumbündel. Welches dieser dreierlei Organe die Saftleitung ausführe, erhellt also daraus noch nicht.

Ein in der That glänzendes Ergebniss bot daher der Versuch an der Kürbispflanze dar. Die Kürbisstengel enthalten einen äusseren Kreis kleinerer und einen inneren Kreis grösserer Gefässbündel, deren jedes ausser grossen und kleinen Spiral- und Tüpfelgefässen Holzzellen, Cambium und ein Bündel sehr grosser Siebröhren enthält, die schon oben beschrieben sind. Verdickte Bastfasern fehlen jedoch diesen Bündeln. Dieselben stehen in einer besonderen Zone weiter ausserhalb.

Es wurden nun starke, im vollen Trieb begriffene Kürbisstengel gewählt, und dicht über einer weiblichen Blüthe oder einer jungen Frucht gestutzt. Das Blatt, in dessen Achsel die Blüthe oder Frucht stand, ward genommen, und dicht unter demselben die Rinde so tief entfernt, dass auch die Siebröhrenbündel der äusseren Gefässbündel mit zerstört wurden.

Trotz dieser tiefen Verwundung fuhren sowohl die Früchte völlig ungestört, ohne auch nur den geringsten Stillstand wahrnehmen zu lassen, in ihrer Entwicklung fort, und gelangten zur völligen Ausbildung, als auch entwickelte sich eine ebenso vollkommene Frucht aus der zur Zeit der Entrindung noch blühenden Blume. Sie standen in keiner Weise hinter den benachbarten Früchten zurück. Das Wachsthum schritt mit sehr grosser Schnelligkeit von Tag zu Tag vor, obwohl das eigentliche Nährblatt diesen Früchten genommen war.

Hier konnte also die Säftezuleitung nur noch durch die Siebröhren oder das Cambium geschehen, da die Bastfasern entfernt waren. Und die ausserordentliche Weite der Siebröhren, die der Schnelligkeit des Wachsthums durchaus proportional erschien, warf schon ein deutliches Licht darauf, welches von beiden Organen das wesentliche hier sei.

Endlich fand diese letzte noch übrige Frage ihre Erledigung folgendermassen.

Es giebt eine Anzahl dikotyler Pflanzen, welche, ob sie gleich geschlossene Ringe von Holz, Cambium und Bast besitzen, dennoch ausserdem innerhalb des Holzringes, in der Peripherie des Markes, einen Kreis von Bündelchen haben, die fast nur aus Siebröhren und Siebparenchym bestehen. Ich habe dies bisher in den Solanaceen, Apocynen, Asclepiadeen und Cichoriaceen wahrgenommen. In den Solanaceen gesellen sich zu den Siebröhren zuweilen einzelne Bastfasern, in den Cichoriaceen einzelne Milchsaftgefässe, in den übrigen treten diese letzten zerstreut im Marke auf. Nirgends enthalten diese Bündel Cambium.

Es zeigten sich nun bei allen diesen folgende auffallende Erscheinungen.

Erstlich machte ein Steckling von *Cestrum nocturnum*, dem ein Rindenring genommen und dem keine Reproduction gelungen war, trotz dessen auch unter der Ringelwunde Wurzeln, die, wenn auch nicht so stark als die oben entsprossenen, doch zu stark waren, als dass sie hätten aus dem unteren Theil allein ernährt werden können.

Ferner wiederholte sich dieselbe Erscheinung bei einigen Stecklingen von *Solanum Dulcamara*. Jedoch erzeugten auch hier andere die Hauptmenge der Wurzeln oberhalb der Wunde. Und bei beiden Arten entstanden alle Wurzeln nur dann unten, wenn die Wunde durch eine Rindenpartie überbrückt war.

Dazu kam, dass Stecklinge von Kartoffeln, die in gewohnter Weise geringelt waren, zwar keine Wurzeln bildeten, statt dessen aber aus dem unteren Ende zum Theil Zweige ent-

wickelten, die an Masse zu bedeutend waren, als dass sie diesem kleinen Theil des Stengels allein entstammen konnten ¹⁾).

Alsdann wiederholte sich dieselbe Erscheinung in ausgezeichneter Weise bei *Nerium Oleander*, dessen Stecklinge ihre Wurzeln völlig ebenso leicht und ebenso schnell unter als über der Ringelung entsenden. Und dasselbe bestätigte sich an *Vinca minor* und *Hoya carnosa*.

Demnach wurden in oben beschriebener Weise Stengel von *Datura arborea*, *Nicotiana Tabacum* und *Nerium Oleander* nahe unter der Spitze eines Rindenringes und aller darüber befindlicher Blätter beraubt. Alle fuhren ebenso ungestört fort, ihre Knospen und Blätter zu entwickeln, wie daneben stehende gleiche Stengel, welchen wohl ein Rindenring, aber nicht die Blätter über demselben genommen waren.

Endlich wurden blüthentragende Stengel von *Hieracium umbellatum* unten geringelt, die einen oberhalb entlaubt, den anderen die Blätter gelassen. Beide entwickelten gleichermassen ihre Knospen, Blüthen und Früchte fort.

Alles dies spricht also deutlich genug. Es sind eben die Siebröhrenbündel selbst, die den plastischen Saft in allen diesen Fällen, trotz der Unterbrechung der Rinde, aus einer Gegend des Stengels in die andere, aufwärts und abwärts transportiren, da überall da, wo sie im Stengel-Inneren erscheinen, solcher Transport augenscheinlich stattfindet, aber nicht möglich ist, wo sie fehlen. Sie allein reichen zu dieser Function aus und werden durch nichts anderes ersetzt.

Wollte man etwa auch den markständigen Milchsaftgefäßen in den Cichoriaceen, Apocynen und Asclepiadeen einen Theil der Thätigkeit zuschreiben, so sprechen dagegen die Solanaceen, die deren nicht haben. Endlich aber noch dieser directe Versuch:

Die *Ficus*-Arten besitzen zerstreute Milchsaftgefäße im Mark, ähnlich wie die meisten Apocynen und Asclepiadeen, ohne jedoch Siebröhrenbündel im Inneren des Stengels zu führen. Hier müsste sich also die stellvertretende Kraft der Milchsaftgefäße zeigen.

Macht man aber an Stecklingen von *Ficus Carica* einen Ringelschnitt über der Basis, so erscheinen am unteren Ende nur so schwache Wurzelanfänge, dass sie keine Nahrungszufuhr aus dem übrigen Theil des Stecklings anzunehmen gestatten.

Und bringt man einen Ringelschnitt unter der Spitze eines wachsenden Zweiges an, den man entlaubt, wie ich dies z. B. an *Ficus australis* ausgeführt habe, so hält sich diese Spitze zwar ziemlich lange frisch, wächst aber nicht weiter und stirbt endlich dennoch ab.

Auch die Milchsaftgefäße enthalten also keinen unmittelbar anwendbaren plastischen Saft und können denselben nicht herbeileiten.

Und beachtet man nun, wie eben grade die Siebröhrenbündel das allgemeinste aller Elemente des Bastes zu sein scheinen, wie die Bastfasern vielen, die Milchsaftgefäße den meisten Pflanzen fehlen, so kann man nicht länger zweifelhaft sein, dass eben die Siebröhren die für den assimilirten Nahrungssaft bestimmten Gefäße sind, so wie die Spiralgefäße, so lange sie nicht Luft führen, und die Holzröhren die Leiter des noch nicht assimilirten Saftes sind.

1) Vergl. auch Knight's Beobachtung: „Of the inverted action of the alburnous vessels in trees“, Roy. soc. 1806. May. 15. — Derselbe fand, dass Kartoffeln, deren Stengel geringelt, dennoch Knollen erzeugen, dieselben aber nicht ausbilden.

Natürlich werden auch die Zellen des Cambiums und selbst die jüngsten noch wachsenden Spiralgefässe an der Leitung des plastischen Saftes in so weit Theil nehmen müssen, als sie selbst ja davon verbrauchen, und also enthalten müssen. Jedoch denselben auf längere Strecken zu leiten sind sie wenigstens sicher nicht nothwendig, und auch nicht ausreichend.

Allein die Siebröhren erscheinen erst im secundären System des Pflanzenstengels, während die Milchsaftgefässe und Schlauchgefässe schon viel früher im primären Parenchym auftreten. In dieser ersten Zeit führen die Milchsaftgefässe noch keinen Milchsaft, die Schlauchgefässe aber zeigen eine lebhafte Thätigkeit in Abscheidung zahlreicher Raphiden, die wir als Secrete, die beim Assimilationsprocess ausgeschieden werden, betrachten.

Somit liegt der Gedanke sehr nah, dass in diesem Jugendzustand des Stengels wohl Milchsaft- und Schlauchgefässe die Leitung des Bildungssaftes in dem lebhaft wachsenden jungen Zellgewebe übernehmen, welches sie durchziehen, bevor die Siebröhren in Function treten können.

Und in diesem Dienst mögen die Schlauchgefässe wohl auch später noch in den Pflanzen, wo sie vorkommen, die Siebröhren unterstützen, da man in ihnen fast immer nur klaren Saft sieht, der aber durch Reagentien gerinnt. Auch bilden sie so weite und bequeme Kanäle zwischen dem athmenden Zellgewebe der Blätter und den entfernten Theilen des Stammes und der Wurzel, und zeigen überdies zuweilen in ihren unteren Enden selbst Milchsaft und in der Nähe derselben Anhäufungen von Krystallen.

Auch finde ich eine directe Bestätigung dafür in der oben erwähnten Beobachtung, dass die Stecklinge von *Tradescantia* nach und nach zahlreichere und kräftigere Wurzeln aus der Rinde über der Ringwunde erzeugten, als unter derselben; denn diese Gattung besitzt bedeutend entwickelte Schlauchgefässe in der äusseren Rinde, während die Siebröhren nur mit den Gefässbündeln vereint vorkommen. Diese Schlauchgefässe allein scheinen daher die starke Nahrungszufuhr in der Rinde, die an sich sehr dünn ist, erklären zu können.

Und dies würde überhaupt der nahen morphologischen Verwandtschaft beider Organe durchaus entsprechen.

Dagegen dienen die Milchsaftgefässe im Alter diesem Zwecke nicht. Vielmehr ist die Meinung Trécul's, dass der Milchsaft eine Art Reserve-Nährstoff sei, der nach Erforderniss wieder verwendbar wird, sicher die richtige.

Und während somit die wahren Milchsaftgefässe von ihrer vermeintlichen Bedeutung als „Lebenssaftgefässe“ zurücktreten, nehmen nun die früher unter ihnen versteckten und verkannten Siebröhren jetzt mit vollem Recht ihre Stelle ein.

Demnach gestaltet sich diese Gesamtvorstellung so:

Der halb assimilirte Holzsaft steigt durch den Druck der Wurzeln durch den Holzkörper zu den Blättern auf. Die Capillarität und Diffusion in den Holzzellen, die Verdunstung aus den Blättern, kommen der treibenden Kraft der Wurzeln zu Hülfe.

In den Blättern wird er durch die feinsten Spiralgefäss-Zweige, deren äusserste Enden im Parenchym endigen, deren Poren aber, wie grossentheils auch ihre Scheidewände, geschlossen erscheinen, diesem zugeführt. Das Parenchym, besonders das der unteren Blattseite, vereinigt mit ihm die Nährstoffe der Luft und assimilirt beide.

Der so verarbeitete Saft gelangt durch Diosmose in die Siebröhren, welche die untere Seite der feinen Gefässbündelzweige einnehmen.

Ueberall, wo Zellen erzeugt werden, im Cambiumcylinder, in den Wurzelspitzen und Knospen, wird der plastische Saft verbraucht. Die Siebröhren liegen zunächst dem Cambium. Sie geben ihren Inhalt her und ergänzen ihn durch ihre langen, vereinigten Röhren-Leitungen von den Blättern her. Ueberall hin leiten sie ihn von der Bildungsstätte zur Verbrauchsstätte. Auch den fertigen, aufgespeicherten Reserve-Nährstoff müssen sie grossentheils wieder herzu leiten. — Dies ist, wie Trécul es treffend nennt, die „grosse Circulation“.

Die Siebröhren sind auch den Milchsaftegefässen und krystallführenden Zellen nahe benachbart. In diese hinein sondern sie durch Diösmose die aufzubewahrenden oder abzuscheidenden Stoffe ab. Seitwärts dringt allmählich bis in's ferner liegende Parenchym der Saft, den sie herzuleiten, und zumal mit Hülfe der Markstrahlen selbst in's Holz. Zu jedem Transport bildenden Saftes jedoch in der Richtung der Längsaxe des Stengels sind sie ausschliesslich nöthig.

DRITTER ABSCHNITT.

Ausführlichere Darstellung der vollkommensten Milchsaftegefäß-Systeme.

Auf die allgemeinere Erörterung des Baues der mannigfachen zum Bastsystem gehörigen gefäßartigen Organe und auf die Darlegung ihrer durch Versuche feststellbaren Vorrichtungen mag nun eine eingehendere und speciellere Schilderung der Milchsaftegefäße, wie sie in ihren vollkommensten Typen auftreten, Platz finden, und dabei besonders die Möglichkeit einer offenen Verbindung derselben mit den anderen, zumal den Gefäßen des Holzsystems, noch einmal genauer in's Auge gefasst werden¹⁾.

1. Papayaceen.

Der abweichende und eigenthümliche Bau der Milchsaftegefäße von *Carica Papaya* und den ihr verwandten Pflanzen, wie ihn Schacht und Trécul beobachtet haben und wie er vom Verfasser bestätigt gefunden, ist mit einigen Vervollständigungen im ersten Abschnitt (S. 15, 17, 18. — T. I. 5—8) geschildert. Anders als in allen übrigen mit Milchsaftegefäßen ausgestatteten Familien liegen hier dieselben in der Holzregion des Gefäßbündels, in der Nachbarschaft der Tüpfelgefäße, wo sie in wiederholten Lagen aus der inneren Seite des Cambiums hervorgehen, sich nach allen Seiten hin verzweigen, und nicht allein in zahlreichen Ausläufern in die unmittelbare Nähe dieser Gefäße gelangen, sondern sogar in einzelnen Stämmen sie auf weite Strecken begleiten (VII. 18—22).

Wenn irgendwo, so müsste also hier die Frage zum Austrag gebracht werden können, ob die Milchsaftegefäße wirklich offen in die Gefäße des Holzes einmünden, und es hat daher der Verfasser die von Trécul untersuchten Arten, *Carica Papaya* und *Vasconcella quercifolia* selbst noch einmal genau untersucht.

Der Bau beider Pflanzen ist in allen wesentlichen Stücken übereinstimmend. Die verhältnissmäßig grossen Gefäße des Holzkörpers stehen einzeln oder in kleinen Gruppen von

1) Der nun folgende Theil ist der Akademie zu Paris zum 31. December 1862 vorgelegt, während die beiden ersten Abschnitte derselben schon am 31. December 1860 übergeben sind.

zweien oder dreien, radiale Reihen bildend, welche in der Markscheide mit einigen Spiralgefässen von geringerem Durchmesser beginnen und von Seiten des Cambiums stetig fortgebildet werden. Wechsellagernd zwischen ihnen erscheinen zu breiten Bändern vereinigt die Stämme der Milchsaftgefässe.

Die Holzgefässe sind bald mit kleineren Tüpfeln versehen oder gestreift, bald, und zwar meist, netzförmig verdickt.

Diese sind nun allseits von dünnwandigen Parenchymzellen umgeben, die in horizontale Lagen geschichtet sind. Innerhalb dieses Gewebes verbreiten sich die Ausläufer der Milchsaftgefässe, umspinnen die Tüpfelgefässe nach allen Richtungen, schicken ihre Zweige gegen dieselben, und kriechen über ihre Oberfläche hin, oft mehrere neben einander, unter sich wieder durch Querglieder verbunden. Auf feinen Schnitten, die parallel den Gefässbündeln geführt werden, findet man dann nicht selten solche Fälle, in denen dickere oder dünnere Aeste der Milchsaftgefässe an der Oberfläche der Tüpfelgefässe endigen, wie sie Trécul am angegebenen Ort abgebildet hat.

Der Verfasser hat eine sehr grosse Anzahl solcher Schnitte beobachtet, und es ist ihm dennoch noch immer nicht gelungen, eine Stelle zu finden, an welcher das Messer eine unmittelbare Einmündung eines Milchsaftgefässes durch die Wand eines Tüpfelgefässes durchschnitten und offen gelegt hätte.

Es ist nämlich ein eigenthümlicher Umstand, der das Auffinden einer solchen Stelle erschweren muss.

Die Mehrzahl der grossen und weiten Tüpfel- oder Netzgefässe pflegen rings um ihre Oberfläche von einer Lage flacher parenchymatischer Zellen umgeben zu sein, in welcher sie, wie in einer Scheide, eingeschlossen sind (VII. 18, 20—22, p. v.). Diese Zellen hängen unter sich und mit der Gefässwand sehr innig zusammen, und unterscheiden sich von den übrigen Parenchymzellen dadurch, dass ihre Wände weitmaschige netzartige Verdickungen zeigen, die denen der Gefässe selbst nicht unähnlich sind. Oft sind sie ziemlich scharf gegen das übrige umgebende Parenchym abgesetzt; zuweilen gehen sie in dasselbe über. Sie sind zwar von verschiedener Grösse, doch meist vierseitig, ziemlich tafelförmig, und in Längsreihen parallel der Gefässaxe angeordnet. Einzelne dieser Längsreihen zeigen oft stärkere Verdickungsleisten und fügen sich nicht selten selbst zu einem engeren Netzgefässe zusammen, welches das grosse begleitet. Sie stellen eine Art Aequivalent des Holzparenchyms dar, welches in anderen Dikotylen oft in ähnlicher Weise die Gefässe umgiebt.

Der Querdurchmesser dieser Geleitzellen ist nun zuweilen so ausserordentlich klein, dass er kaum die Dicke der netzartigen Verdickungsschicht erreicht, die das grosse Gefäss innen auskleidet (VII. 21, p. v.).

So ereignet es sich leicht, dass man ihr Lumen übersieht, und meint, dass ein Milchsaftgefäss schon unmittelbar die Oberfläche des Tüpfelgefässes erreicht habe, während es vielmehr nur an der Aussenwand einer Geleitzelle desselben endet.

Bei Schnitten, welche die Aussenfläche eines grossen Tüpfelgefässes wahrnehmen lassen, glaubt man häufig ein Milchsaftgefäss in langen Strecken unmittelbar dieser Fläche aufliegen zu sehen. In den meisten Fällen habe ich jedoch bei scharfer Einstellung des Mikroskops mich überzeugt, dass dasselbe seiner ganzen Länge nach durch die Zellen der Parenchymscheide von der Gefässwand getrennt bleibt, und sich dann schliesslich wieder weiter entfernt. Die Ansichten,

die man auf Schnitten gewinnt, die die Gefässwand spalten und sie in Profilansicht zeigen, beweisen dasselbe.

In anderen, freilich selteneren Fällen sieht man dagegen mit gleicher Schärfe, dass das Milchsaftgefäss sich in der That zwischen die Scheidenzellen selbst eindrängt, indem es mit einer oder einigen derselben grade in der Weise verschmilzt, in welcher es aus seinen einzelnen constituirenden Zellen, wie früher beschrieben, zusammengefügt ist, und nunmehr also die Wand des Tüpfelgefässes wirklich unmittelbar berührt. Es stellt nun die Scheidenzelle, in die es mündet, das erweiterte Ende des Milchsaftgefässes vor, mit welchem dasselbe dann viele Maschen des Netz- oder Tüpfelgefässes zugleich zu bedecken pflegt. Ob diese Maschen nun alle oder zum Theil sich öffnen und dem Inhalt des Milchsaftgefässes somit den Eintritt in das Netzgefäss gestatten, ist bei der ausserordentlichen Feinheit der primären Gefässwand desselben in der Flächenansicht nicht mit Sicherheit zu ermitteln.

Aber auch in der Profilansicht ist es schwer, sich der Zweifel zu entziehen. In solchen Fällen, wie ich sie auf T. VII. F. 20 dargestellt und sonst nicht selten beobachtet habe, erscheint die primäre Gefässwand des Netzgefässes im Allgemeinen, wie bei m. c., erhalten; an einzelnen Stellen jedoch findet man zwischen durchschnittenen Windungen der Verdickungsleiste keine Spur von einer Haut, sondern ganz offene Durchgänge (VII. 20—22, p. o.). Hier sollte man glauben, dass die primäre Wand des Gefässes zusammen mit der der Scheidenzelle in den Zwischenräumen der Fasern resorbirt sei, und eine wirkliche Oeffnung der Tüpfel oder Netzmaschen zwischen beiden statthabe, wie sie ja zwischen den Gefäss- und Holzzellen vieler Pflanzen vorkommt.

Und wenn sich somit die Scheidenzelle in das Netzgefäss öffnet, das Milchsaftgefäss aber in die Scheidenzelle einmündet, wie bei p. o. in Fig. 20—22, so wäre die offene Communication zwischen beiden thatsächlich nachgewiesen.

Allein die primäre Gefässwand ist, wie gesagt, ausnehmend fein, und es könnte immerhin noch sein, dass sie an solchen Stellen durch den Schnitt weggerissen und der Porus also nicht von Natur, sondern durch Gewalt geöffnet wäre.

Zur näheren Ermittlung dieses Umstandes wurden nun zuvörderst Theile des gefässführenden Gewebes des Stengels durch Kochen in Kalilösung in ihre Elemente zerlegt. Es löst sich leicht die Hauptmasse der Parenchymzellen von den grossen Gefässen. Doch bleiben die Scheidenzellen fest an diesen hängen, und lassen sich nur mit Gewalt trennen, während sie sich vom übrigen Parenchym leicht ablösen.

Nun zeigt sich wiederum, dass die Mehrzahl der Netzmaschen der grossen Gefässe durch die primäre, — freilich äusserst dünne, — Gefässhaut noch verschlossen sind, und zwar wird dieselbe besonders durch Färbung mit Chlorzinkjod oder beim Eintrocknen sichtbar. Nur in einzelnen Fällen bleibt sie wiederum unsichtbar und lässt die Poren des Gefässes offen erscheinen.

Nicht minder lösen sich die gesammten Milchsaftgefässbündel in festem Zusammenhange aus den übrigen Geweben heraus, und man sieht nun, wie sie dabei bald wie ein Netz ein grösseres Gefäss umstricken, bald mit den Enden einzelner Zweige fest an einem solchen hängen bleiben. Durch Färben mit dem genannten Reagens, durch Rollen auf dem Objectglase und Zerren mit der Nadel lässt sich jedoch ermitteln, dass dennoch die meisten Verzweigungen nur oberflächlich auf der Gefässscheide hinkriechen und sich ohne Widerstand von den Zellen der-

selben trennen lassen, dass aber einige endlich mit diesen auf's Innigste verschmelzen, und nicht ohne selbst zu zerreißen von dem Gefäss loslassen (VII. 18, 19, 1., adh.).

Dies spricht wiederum für eine Verwachsung der beiderlei Gefässe. Die äusserste Feinheit der Wand derselben liess aber auch hier zweifelhaft, ob die Netzmaschen an der Verbindungsstelle wirklich offen seien. Ich bewahre jedoch eine genügende Anzahl solcher Fälle, in denen starke Milchsaftegefässe durch die Scheidenzelle auf solche Weise mit einem Netzgefäss copulirt erscheinen, dass ich auch hiernach eine offene Communication zwischen beiden für wahrscheinlich halten muss.

Es wurde nun endlich versucht, die offene Verbindung der beiderlei Gefässe durch Injection nachzuweisen. Eine hierfür passende Substanz ist das Carmin, welches sich im Wasser nicht löst, sondern nur fein vertheilt, und daher nicht durch Diffusion in's Innere der Zellen und Gefässe gelangen, sondern nur durch wirkliche Oeffnungen in dieselben eindringen kann.

Ich liess feine Längsschnitte aus dem Stengel von *Carica Papaya* trocken werden, und legte sie alsdann in wässriges Carmin, welches sie begierig einsogen. Unter dem Mikroskop sah man dann alle durch den Schnitt offen gelegten Gefässe und Zellen mit Carminkörnchen mehr oder weniger stark erfüllt. In den Gefässen lagen sie vorzugsweise zwischen den Netzfäsern in den Maschen, und verriethen nun fast überall auf's Deutlichste die feine Haut, welche diese verschliesst, dadurch, dass ihnen augenscheinlich an einer bestimmten Grenze der Austritt verwehrt war.

Allein es ergaben sich wiederum auch einzelne Fälle, in denen diese Haut nicht wahrnehmbar war, sondern die injicirten Carminkörnchen ohne Unterbrechung oder Hinderniss den ganzen Porus des Netzgefässes erfüllten und sich continuirlich in den inneren Raum der anliegenden Scheidenzelle fortsetzten. Auch viele Milchsaftegefässe wurden durch das Carmin injicirt, aber es gelang mir nicht, eine Stelle zu finden, wo ihr Inhalt sich unmittelbar in den des Tüpfelgefässes fortgesetzt hätte.

Alle diese drei Beobachtungsweisen, auf feinen Schnitten, durch Zerlegung des Gewebes in die Elementarorgane und nach Injection desselben mit einem unlöslichen Pigment geben also das gleiche Resultat, dass zwar eine unmittelbare Oeffnung eines Milchsaftegefässes durch den ebenfalls offenen Porus eines Tüpfelgefässes nicht direct gefunden wurde, dass aber die Wand des letzten in einzelnen Fällen innerhalb der Netzporen resorbirt und so gegen die Geleitzellen, deren Wand an derselben Stelle verschwunden war, geöffnet schien, dass die Geleitzellen dagegen nicht selten und augenscheinlich mit den Milchsaftegefässen verschmelzen, und dieselben somit bis zur unmittelbaren Berührung mit dem Tüpfelgefässe fortsetzen. Und es ist somit anzunehmen, dass eine mittelbare Oeffnung der Milchsaftegefässe durch die Scheidenzellen hindurch in das Tüpfelgefäss vorkommt.

Es verdient hierbei noch folgende Erscheinung beachtet zu werden.

Die weiten Netzgefässe der *Carica* und der *Vasconcella* werden häufig, wie schon Schacht angiebt, von jenem wuchernden Zellgewebe¹⁾ erfüllt, welches schon lange aus den Gefässen vieler anderer Pflanzen bekannt ist.

1) Zuerst in ihrer Entstehung und Entwicklung richtig beobachtet von einem ungenannten Verfasser, Botanische Zeitung, 1845, p. 225 etc.

Dies Zellgewebe besteht, wie bekannt, aus Aussackungen der benachbarten Zellen, welche durch die Tüpfel in die Gefässe hineinwachsen und sich in ihnen ausdehnen, ein Vorgang, den man nach allen seinen Stadien in vorzüglicher Weise in diesen Pflanzen verfolgen kann. Zuerst sieht man die Membran, welche den Porus von dem Raum der Scheidenzelle trennt, also ursprünglich aus den beiden Zellhäuten des Gefässes und der Scheidenzelle besteht, durch den Porenkanal in den inneren Raum des Gefässes in Gestalt eines Blindsackes eintreten, dann erweitert er sich zu einer Blase und nimmt nach und nach die Gestalt einer selbstständigen Zelle an, die an Grösse oft die erzeugende Aussenzelle übertrifft, aber mit ihr in offener Verbindung zu bleiben scheint.

Es ist wahrscheinlich, dass hierbei die primäre Haut des Gefässes nicht mit eingestülpt und mit ausgedehnt wird, sondern dass sie resorbirt wird und der Aussenzelle allein den Eintritt gestattet.

Können nun Poren sich öffnen, um diese Zellen einzulassen, die an Inhalt und Bau den Parenchymzellen ausserhalb der Gefässe gleichen, so können sie sich auch gegen Milchsaftegefässe öffnen, und ich halte sogar für wahrscheinlich, dass man gelegentlich die Verzweigungen derselben selbst zwischen diesen Binnenzellen der Netzgefässe finden wird, obgleich ich freilich den Fall noch nicht aufgefunden habe.

In der späten Jahreszeit, in der ich diese Untersuchungen zu machen gezwungen war, fand sich der milchichte Saft in den grossen Holzgefässen nicht eben sehr häufig, aber doch häufig genug, um die Aufmerksamkeit zu erregen. Ich gedachte oft nahe daran zu sein, die Quelle, aus der er stammt, unmittelbar aufzufinden. Doch fand sich kein Präparat, welches den Eintritt unzweifelhaft bewies. Es enthielten auch die Milchsaftegefässe selbst verhältnissmässig wenig Saft. Trotz dessen drängt sich mir aus allem bisher Gesagten eine Schlussfolgerung auf, welche noch einmal folgendermassen zu recapituliren gestattet sei:

1) Die ausgebildeten Tüpfelgefässe der meisten Pflanzen pflegen, sobald sie Luft führen, ihre Poren gegen benachbarte Gefässe und Holzzellen zu öffnen¹⁾.

2) Auch die Gefässe der *Carica* vermögen, obwohl nicht von entwickelten Holzzellen umgeben, dennoch ihre Poren zu öffnen, zunächst zu dem Zwecke, um secundäre Zell-Aussackungen hereinzulassen.

3) Die Scheidenzellen der *Carica* stellen ihrerseits ein Aequivalent des Holzparenchyms anderer Pflanzen vor, indem sie den Holzzellen ähneln, die sonst die grossen Gefässe umgeben, und mit ihnen in offene Verbindung treten.

4) In vielen einzelnen Fällen ist in der That die trennende Membran zwischen den Gefässporen und dem Raum der Scheidenzelle nicht wahrzunehmen, und die offene Verbindung erscheint hergestellt.

5) Andererseits gehen die Scheidenzellen der Tüpfelgefässe von *Carica* mit den Milchsaftegefässen sehr häufige offene Verbindungen ein, und verwandeln sich zu Fortsetzungen von jenen.

6) Die hierdurch bis zum Tüpfelgefäss fortgeführten Milchsaftegefässe hängen nicht selten an der Oberfläche derselben fest, als ob sie mit ihnen eben so innig wie unter sich verwachsen wären.

1) Vergl. Schacht, Botanische Zeitung, 1852, S. 238 u. a. a. O.

7) Die Milchsaftegefässe haben überall eine besondere Fähigkeit, sich leicht mit den verschiedenen Zellen, die sie berühren, zu vereinigen und sich dadurch zu verlängern.

8) Dieselben haben ferner, wie früher besprochen, elastische Wände, die bei Ueberfüllung mit Saft wohl einen Druck gegen die Nachbarzellwände auszuüben vermögen, welchem die innerhalb der Tüpfel sehr dünne Haut eines mit Luft erfüllten Tüpfelgefässes schwer widerstehen mag, und der daher ebenfalls zu einer offenen Vereinigung drängt.

9) Endlich: Die Tüpfelgefässe führen thatsächlich oft einen dem Milchsafte ähnlichen schleimig-körnigen Saft, welcher, da sie in ausgebildetem Zustand keine selbstständige Lebenskraft mehr zu besitzen scheinen, schwerlich in ihnen selbst entstanden sein kann.

Folglich: Wenn auch eine directe Einmündung eines Milchsaftegefässes in ein Tüpfelgefäss, so dass man den Eintritt des Milchsafte unmittelbar vor Augen hätte, noch nicht gefunden ist, so ist es doch kaum möglich, an dem Vorkommen dieses Verhältnisses noch zu zweifeln, sondern sehr wahrscheinlich, dass der Milchsafte aus den Enden der Milchsaftegefässe, wo sie zufällig ein Tüpfelgefäss berühren oder vielleicht in dasselbe eintreten, zum Theil in diese ausgegossen wird ¹⁾.

Allein wenn man ferner erwägt, dass

- 1) die Zahl der Tüpfelgefässe, welche milchichten Saft führen, im Verhältniss zur Gesamtzahl derselben doch nur gering ist, und auch diese fast nie ganz mit demselben erfüllt sind; dass
- 2) die Zahl der wirklich offen erscheinenden Poren derselben im Verhältniss zu der der deutlich geschlossenen auch nur gering ist; dass
- 3) die Zahl der Fälle, in denen die Enden von Milchsaftegefässen an einem Holzgefäss untrennbar fest hängen, im Verhältniss zu der sehr grossen Zahl, in welcher sie nur auf der Oberfläche der Scheidenzellen hinkriechen, ohne sich mit ihnen zu vereinigen, ebenfalls nur unbedeutend ist;

so sind die Fälle der Einmündung von Milchsaftegefässen in Holzgefässe dennoch nur als Ausnahmen zu erachten, und nicht als das Gesetzmässige. Wollte man annehmen, dass die Tüpfelgefässe eine functionelle Einwirkung auf den Milchsafte auszuüben hätten, und dass dieser deshalb periodisch in dieselben ein- und austrete, so müssten die Verbindungen zwischen beiden häufiger und von regelmässigerem Vorkommen sein, und es hätten sich bei der sehr grossen Anzahl vom Verfasser beobachteter Präparate doch einige offene Verbindungen direct finden lassen. Es wäre aber auch ferner schwer einzusehen, durch welche Kraft der Milchsafte, der sich in den Tüpfelgefässen angesammelt hätte, aus diesen wieder heraus und in die Milchsaftegefässe zurückgeschafft werden sollte, da die Wand jener Gefässe starr ist, diese aber vermöge ihrer elastischen Wände stets mehr geneigt sind, Saft auszustossen, als ihn einzusaugen.

Somit kann ich nach meinen Untersuchungen einerseits die thatsächlichen Beobachtungen Trécul's bestätigen, und seiner Vermuthung über die offenen Verbindungen zwischen beiden Gefässarten beitreten. Allein für seine weitergehende Annahme über die physiologische Bedeutung dieser phytotomischen Thatsache kann ich genügende Gründe durchaus nicht finden.

Das Verhalten der alten ausgebildeten Tüpfelgefässe ist ein völlig passives. Bei grosser Saftfülle des Holzes müssen sie dessen Ueberschuss aufnehmen; zu anderen Zeiten sammelt sich die im Inneren der Pflanze ausgeschiedene Luft in ihnen. Vielleicht damit der

1) Hierdurch erleidet also die früher im ersten Abschnitt ausgesprochene Ansicht eine gewisse Abänderung.

Raum benutzt werde, füllen sich viele von ihnen secundär mit Parenchym, das mancherlei Inhalt führt. Ebenso mag ihr Milchsafthalt ein unwesentliches, zufälliges Ereigniss sein, das hervorgerufen wird, indem die überall hin sich fortsetzenden Milchsaftegefässe auf ihrem Wege auf sie stossen und sich, ihrer allgemeinen Tendenz folgend, mit ihnen irgendwo vereinigen, und, von Saft überfüllt, davon in sie einfliessen lassen.

Hierfür schiene auch noch ein Umstand, der schon von jenem oben erwähnten Ungenannten beobachtet ist, zu sprechen, dass nämlich die grossen Gefässe solcher Gewächse, die keinen Milchsaft führen, zum Theil auch schleimigen Saft enthalten, der aus den benachbarten Holzparenchymzellen durch geöffnete Poren in sie ausgegossen zu sein scheint, ohne wieder in dieselben zurück gelangen zu können. —

Ueber den Bau des gesammten Milchsaftegefässsystems der Papayaceen ist wenig hinzuzusetzen, zumal was den im Holzkörper befindlichen entwickeltsten Theil desselben betrifft. Dass in den Markstrahlen grosse Milchsaftegefässe horizontal laufen, die dieselben vom Mark bis zur primären Rinde durchziehen und mit den interfascicularen Querverbindungen der grossen fascicularen Gruppen anastomosiren, ist schon früher erwähnt. Diese endigen gegen die primäre Rinde hin in zerstreuten Verästelungen oder rücklaufenden Schlingen, und ebenso an der Grenze des Markes, so weit der Stengel hohl ist. Allein in den horizontalen Scheidewänden, welche das Markgewebe bei dem Ursprung jedes Blattstiels in der Markhöhle bildet, entwickelt sich ein reiches Netz von Milchsaftegefässen, welches in zahllosen Verästelungen und in mehreren Lagen über einander das ganze Innere des Stengels quer durchsetzt, und die Gefässe aller Markstrahlen und mithin des ganzen Holzcyinders in Verbindung bringt. Im Stengel finden sich keine Milchsaftegefässe zwischen den Bastfasern und den Siebröhren. Diese letzten entwickeln sich aus der äusseren Fläche des Cambiums in sehr starken Bündeln, die sich wiederholen. Die einzelnen Siebröhren sind kurz und stehen genau in horizontalen Lagen, die mit den Cambiumzellen correspondiren. Der Cambialring, welcher Holz- und Rindensystem trennt, ist überall im Stengel deutlich wahrzunehmen.

Nicht ganz ebenso verhält sich die Wurzel. Das Parenchym zwischen den Gefässen des Holzkörpers ist noch lockerer, aus weiteren Zellen gebildet. Es geht allmählicher in das der Bastschicht über, und der Cambialring ist oft sehr verwischt und äusserst schmal. Die Holzgefässe und die Siebröhren sind nah an einander gerückt, und so ereignet es sich, dass die Milchsaftegefässe, die zuvörderst zwischen beiden auftreten, sich nicht allein unter die Holzgefässe mischen, sondern sich auch dicht an die Siebröhrenbündel anschmiegen und sie begleiten. Man sieht häufig an den inneren Winkeln der Siebröhrenbündel ein Paar starke Milchsaftegefässe, deren Lumina viel weiter sind, als jene. Sie laufen von hier aus in Bogen über die Markstrahlen hinüber und in Schlingen zur primären Rinde hin, in der sie verschwinden. Die primäre Rinde ist im Uebrigen durch eine einfache Lage von Parenchymzellen, welche viel Stärkekörner enthält, von der Bastschicht geschieden.

In den Blattstielen erblicken wir die Anordnung des Stengels wiederholt. Nur dass die verschiedenen Systeme nur in einfachen Lagen auf einander folgen. Siebröhren sowohl wie Milchsaftegefässe sind stark entwickelt. Letzte sieht man häufig die Spiral- und Tüpfelgefässe begleiten und berühren, und innerhalb der Markstrahlen in die primäre Rinde hineinlaufen, um dort zu endigen. Die Erscheinung der stärkehaltigen Parenchymlage wiederholt sich hier ebenfalls.

Nicht minder begleiten die Milchsaftegefäße in der Blattspreite die Gefässbündel, und verlieren sich zugleich gegen das Blattparenchym hin, während die Holzgefäße in vereinzelter Ramificationen endigen und zwar oft mit kolbig angeschwollenen Endungen. Blüten und Frucht zu untersuchen hatte ich bis jetzt keine Gelegenheit.

Noch ist zu bemerken, dass die Entwicklung der Milchsaftegefäße in *Carica* und *Vasconcella* verhältnissmässig später beginnt, als in anderen milchführenden Pflanzen, da sie erst nach den primären Holzgefässen auftreten, während sie sonst ihnen meist vorangehen.

2. Cichoriaceen.

Es sind dem Verfasser keine Pflanzen bekannt, in denen das System der Milchsaftegefäße zu grösserer Vollkommenheit gelangte, als in den Cichoriaceen (VIII, IX.). Sie bilden den Prototypus dieses ganzen organischen Systems, und was in anderen Familien vereinzelt vorkommt, ist hier zu einem Gesamtbilde vereinigt. Um so eher mag eine wiederholte und ausführlichere Betrachtung derselben gerechtfertigt erscheinen (Vergl. S. 13—16. — Tfl. I. 1, 5).

Die Cichoriaceen besitzen nur krautartige Stengel, deren Holzcyylinder daher nur dünn ist und einen breiten Markkörper umschliesst. Nichts desto weniger sind die einzelnen Holzbündel, die ihn zusammensetzen, eng an einander geschlossen und lassen nur schmale Markstrahlen zwischen sich. Ihre Zahl ist verhältnissmässig gross. Die Gefäße derselben sind der Mehrzahl nach in dem in das Mark vorspringenden Winkel zusammengedrängt. Die äussere Region des Holzcyinders besteht meist aus Holzzellen und führt nur wenige Gefäße (VIII. 5, 9).

Jedem Holzbündel entspricht ein äquivalentes Bastbündel, welches gewöhnlich seiner Hauptmasse nach nicht aus Bastfasern mit dicken Wänden, sondern aus einem starken Siebröhrenbündel besteht, welches der Cambiumzone unmittelbar anliegt (VIII. 1, 5, 9; IX. 19, 20, cr.). Diese besteht nur aus einer oder wenigen Zelllagen (c.), welche im erwachsenen Stengel ebenfalls in Zellen des Siebröhrenbündels oder des Parenchyms der Rinde übergegangen sind.

Die gewölbte Aussenfläche des Siebröhrenbündels ist entweder von Bastfasern umstellt, oder diese fehlen ganz, so dass jene unmittelbar an das Parenchym (p.) der primären Rinde grenzt.

Bei einem Theil der Gattungen der Cichoriaceen kommt nun, wie schon früher entwickelt, ausserdem noch im Umfange des Markes in kleinem Abstände von den Gruppen der Spiralgefäße (sp.) nach innen zu ein zweites System von Siebröhrenbündeln vor, welches jenem ersten im Allgemeinen ähnlich ist (VIII. 3, 4, 5, 9, 15, cr. i.). Ich setzte früher voraus, dass diese inneren Siebröhrenbündel allen Cichoriaceen eigen sein müssten, dass in Bezug auf ein so charakteristisches Organisationsverhältniss in der ganzen Abtheilung Uebereinstimmung herrschen würde. Dem ist aber nicht so. Dieselben finden sich z. B. in *Lactuca*, *Sonchus*, *Scorzonera*, *Tragopogon*, *Hieracium* und verwandten Gattungen, sie fehlen dagegen z. B. in *Chondrilla*, *Taraxacum* und *Apargia* (IX. 20). Bei *Cichorium* fand ich sie wohl in den Blattstielen (IX. 17, 18), aber nicht im Stengel selbst (IX. 19).

Die Milchsaftegefäße treten nun hier in folgender Vertheilung auf: Zuvörderst finden sich die grössten und stärksten von ihnen an der äusseren Fläche der Siebröhren- oder Bastbündel, an der inneren Grenze des primären Parenchyms (In d. a. Fig. 1.). Auf dem Querschnitt sieht man sie in Halbkreis-Stellung in geringer Entfernung von einander stehen (VIII. 5, 9;

IX. 19, 20, 1.). Mit zarteren Wänden als die benachbarten Parenchymzellen versehen, werden sie von diesen gedrückt und bekommen oft das Ansehen weiter Intercellulargänge (IX. 20). Die Längsansicht lehrt, dass sie, wie schon früher geschildert, durch zahlreiche Anastomosen quer zu einem Bande vereinigt sind, dessen Breite sich nach der relativen Stärke des Bastbündels richtet, dem sie angehören (VIII. 2, 3; IX. 5, 6). Diese äusseren, ältesten und weitesten Gefässe sind es, die bei Verletzung die grösste Menge des ausströmenden Milchsaftes liefern.

Das Siebröhrenbündel selbst enthält in seinem Inneren nur wenige Milchsaftgefässe, von geringerem Durchmesser, die ausserdem auf dem Querschnitt oft schwer von den Siebröhren zu unterscheiden sind, die ebenfalls einen schleimigen Saft enthalten (VIII. 5, 9; IX. 7, 8, 16, 17, 19, 20, 1., cr.).

Dagegen enthalten die Siebröhrenbündel des Markes, — welche ich der Kürze wegen die „inneren“ nennen will zum Unterschiede von jenen in der Rinde befindlichen „äusseren“, — zahlreiche Milchsaftgefässe, die unter die Siebröhren vertheilt mit ihnen parallel laufen, jedoch durch seitliche Anastomosen zwischen dieselben hindurch verbunden sind, während sie mit den Siebröhren selbst nirgends verwachsen oder in Communication treten (VIII. 3, 4, 5, 9, 15; IX. 18, cr-1-i.).

In diesen Pflanzen ist also das gesammte Milchsaftgefässsystem in ein corticales und ein medullares getheilt, welche durch den Holzring von einander geschieden sind, innerhalb dessen keine senkrechten Bündel von Milchsaftgefässen verlaufen. In den Zwischenräumen zwischen den Blattstielansätzen, d. h. innerhalb der Internodien, bleiben auch die Bündel jedes Systems ziemlich isolirt, und lassen nur selten Verzweigungen zwischen die benachbarten Gewebe treten (VIII. 5; IX. 5).

Anders dagegen wird plötzlich das Verhältniss da, wo ein Blatt entspringt, und wo also eine Anzahl Gefässbündel aus dem Holz- und Bastkreis ausscheiden, um in jenes einzutreten. Wir bemerken hier einen Vorgang dreifacher Vereinigungen.

Erstlich senden die äusseren grossen Milchsaftgefässe der Rinde starke querlaufende Aeste ab, die von Bündel zu Bündel hinübergehen, die Markstrahlen bogenartig überbrücken, und sich zugleich mannigfach in dem primären Parenchym der Rinde verzweigen. Zumal gehen sie mit den Milchsaftgefässen derjenigen Gefässbündel, welche in den Blattstiel austreten, vielfache Anastomosen ein. Ueberhaupt findet diese Verstrickung der verschiedenen Milchsaftgefässbündel hauptsächlich innerhalb der Region des Stengelumfangs statt, welche Gefässbündel zum Blattstiel liefert. Sie erstrecken sich zugleich auf die Gefässbündel der jungen Achselknospe, deren Basis sie durchziehen (VIII. 9, cr-1-e. u. fol.).

Zweitens beginnt eine ähnliche Anastomosenkette zwischen den Gefässen der inneren Bündel im Umfange des Markcylinders. Hier aber nehmen die Siebröhren an der Vereinigung Theil, und es nimmt dieselbe überhaupt hier einen noch grösseren Maassstab an. Der Stengel dieser Gewächse ist mit Ausnahme des untersten Theiles gewöhnlich hohl, indem das Markgewebe in der Mitte auseinanderweicht und eine Röhre bildet. Ueberall aber, wo ein Blatt entspringt, bleibt, wie bei *Carica* und *Vasconcella*, eine Scheidewand von Markgewebe in Gestalt einer geneigten Querplatte unverletzt. Durch diese Scheidewand hindurch anastomosiren nun die gesammten „Sieb-Milchsaftgefässbündel“ des Markumfanges von allen Seiten her, und bilden ein complicirtes reichmaschiges Netz quer durch den Stengel hindurch, und zwar innerhalb einer einzigen, schmalen, nach unten etwas gewölbten Lage (VIII. 7, 9, cr-1-i.).

Auf Längsschnitten sieht man von den einzelnen inneren Bündeln ganze Zweige sowohl von oben als von unten her sich nach innen zu abbiegen, sich zu einander neigen und in vielfachen Anastomosen in einander übergehen (VIII. 7).

Auf Querschnitten sieht man, dass von den im Kreise herumstehenden Hauptbündeln die benachbarten auch seitlich mit einander communiciren (VIII. 9).

Alle Zweige sind aus beiderlei Elementen, Milchsaftgefässen und Siebröhren, ziemlich gleich zusammengesetzt, und diese unter einander gemischt (VIII. 8). Wo sich mehrere Zweige treffen, trennen sich die Siebröhren (cr.) der einzelnen und wenden sich die einen hierhin, die anderen dorthin, während die Milchsaftgefässe (l.) nach allen Seiten hin in offene Verbindung treten. Schneidet man eine solche Markscheidewand heraus und behandelt sie mit Kalilösung, so erhält man nach Entfernung des Parenchyms und der Siebröhren, die leichter von einander lassen, die gesammten Milchsaftgefässe in ihrer Vernetzung frei heraus, wie auf T. VIII. in Fig. 6 und stärker vergrössert in Fig. 6b. aus *Sonchus arvensis* dargestellt ist. Auf Querschnitten bekommt man stets nur einen Theil dieses Scheidewandnetzes zu Gesicht (VIII. 9), da es, wie gesagt, nicht allein schief durch den Stengel liegt, sondern auch etwas gewölbt ist. Die Siebröhren dieses horizontalen Netzes sind den übrigen durchaus ähnlich, doch meist sehr fein, so dass es starker Vergrösserungen bedarf, um ihre zierlichen Siebplatten deutlich zu sehen.

Zwischen den Anastomosen in der Rinde und im Mark findet nun drittens zugleich eine Verbindung beider mittelst der Markstrahlen statt, welche in dieser Gegend, wo der Blattstiel austritt, sich zu verbreiten Gelegenheit haben (VIII. 9). Man sieht Zweige der inneren Bündel sich auswärts abbeugen, in die Markstrahlen eintreten, meist schräg durch dieselben verlaufen und ausserhalb des Cambiums in die Siebröhren- und Milchsaftgefässbündel übergehen. Denn auch diese Zweige enthalten ja beiderlei Gefässe. In den schmalen Markstrahlen werden sie dabei hart an die Holzzellen, die dieselben begrenzen, herangedrängt und treten mit ihnen in nahe Berührung. Auch laufen einige dieser Bündelverzweigungen weit durch die äussere Rinde, um die äquivalenten Theile der in den Blattstiel ziehenden Gefässbündel aufzusuchen (VIII. 9). Ueberall, wo die Gefässbündel laufen, nehmen die benachbarten Parenchymzellen eine in derselben Richtung gestreckte Form an, wie schon Trécul beobachtet hat (VIII. 8).

Man erblickt somit innerhalb der Region der Stengelknoten eine durchaus vollständige, allseitige Vereinigung des gesammten Milchsaftgefässsystems des Stengels zusammen mit dem Siebröhrensystem, von der äussersten Zone seines Auftretens zwischen die Holzbündel hindurch bis in die Axe des Stengels hinein, und es ist hier Gelegenheit zu einer allseitigen Mittheilung des Inhalts beider Gefässsysteme, und zu einer Ergänzung desselben aus dem Blattstiel her gegeben. Dieses ganze Verhältniss habe ich am vollständigsten in der Gattung *Sonchus* beobachtet. Auch an der Basis des Stengels, wo derselbe aufhört hohl zu sein, wird hier das solide Mark bei jedem Blattansatz von dem beschriebenen querliegenden Gefässnetz durchsetzt.

Oberhalb und unterhalb des Stengelknotens, in dessen Gebiet die Regelmässigkeit der Anordnung der Bündel durch Spaltungen und Vereinigungen aller Art alterirt erscheint, stellt sich bald die einfache gesetzmässige Ordnung wieder her (VIII. 7).

Verfolgt man nun die Bündel der verschiedenen Gefässsysteme abwärts, so ergibt sich Folgendes. Wie schon früher bemerkt, gehören zu jedem vollständigen Gefässbündel im

weiteren Sinne („Gefässbündel“ der Autoren, oder „Fibrovasalstrang“ nach Nägeli¹⁾) ein Holzbündel und ein Bastbündel, getrennt durch ein Band von Cambium. In diesem Fall wird nun das Bastbündel hauptsächlich durch eine starke Gruppe von Siebröhren, mit einigen Milchsaftgefässen untermischt, ausgemacht, während verdickte Bastzellen meist nur in schwächerem Maasse entwickelt sind (VIII. 1, 5, 9; IX. 16, 19, cr-l-e.). Dann treten aber hier noch ein äusseres Band, nur aus Milchsaftgefässen (l.) bestehend, und ein inneres, aus solchen und Siebröhren (cr-l-i.) zusammengesetztes, hinzu. Alle zusammen bilden ein einziges Glied des gesamten Gefässbündelkreises. Die in diesem Kreise neben einander liegenden Bündel sind sehr verschieden stark, je nachdem sie eine längere oder kürzere Strecke den Stengel durchlaufen haben (VIII. 5, 9; IX. 4). Jedes Bündel ist, wie ich früher nachgewiesen habe²⁾, an der Stelle am stärksten, wo es aus dem Stengelknoten in den Blattstiel auszutreten sich anschickt. Von da wird es nach oben und unten allmählich schwächer, verschwindet abwärts nach einer gewissen Anzahl von Internodien. Es stehen jedoch Bündel, die zu verschiedenen Blättern gehören, abwechselnd neben einander, daher ihre ungleiche Stärke.

Wo es am stärksten ist, zeigt jedes Bündel eine starke Gruppe von Ringgefässen, Spiralgefässen (in seinem markwärts gerichteten Theil, dem „Primordialstrang“) und endlich von Netzgefässen (VIII. 1, 5, 9). Verfolgt man sie nach unten durch den Stengel, so nimmt die Zahl derselben schnell ab, bis die letzten von ihnen meist vereinzelt aufhören. Nach aussen sind sie von Holzzellen begleitet, mittelst deren sich die benachbarten Bündel fest an einander schliessen, und die nur von wenigen Netzgefässen untermischt und von sehr schmalen Markstrahlen durchsetzt sind. An jenen Primordialsträngen lassen sich die einzelnen Fibrovasalstränge in ihrer Individualität überall wiedererkennen.

Man bemerkt nun, dass nach unten zu von allen Theilen des Fibrovasalstranges das innere Siebmilchsaftgefässbündel am frühesten aufhört, indem es sich in den seitlichen Anastomosen, die oben geschildert sind, verliert (VIII. 5, 9). Sodann verschwindet der Primordialstrang des Holzbündels, während seine äusseren Lagen von Holzzellen sich im gemeinsam geschlossenen Holzcyylinder noch fortsetzen. Dann endigt auf deren äusserer Seite das thätige Cambium, das zwischen diesen Holzzellen und dem Rindengewebe nicht mehr sichtbar ist (VIII. 5, 9, 11, 12; IX. 3, 4, 6, re.). Am längsten dagegen dauert das Bastbündel aus, indem die Gruppe der Siebröhren, sich langsam nach unten verjüngend und an Zahl abnehmend, zuletzt doch noch in Form einiger weniger Röhren dicht auf der Oberfläche des Holzringes sichtbar ist, wo schon keine Tüpfelgefässe oder dergleichen mehr zu finden sind. In dieser Form sind die kleinen Bündel oft nicht dicker, als eine einzige benachbarte Parenchymzelle, und können leicht übersehen werden (VIII. 13, 14; IX. 3, 4, cr-l.). Diese letzten Siebröhren (cr.), die das unterste Ende ihres Bündels darstellen, sind zum Theil noch von einem oder wenigen Milchsaftgefässen (l.) begleitet, zum Theil nicht. Dagegen laufen zuweilen auch einige stärkere Milchsaftgefässe vereinzelt auf der Oberfläche des Holzringes abwärts, die als letzte Ausläufer des äusseren Milchsaftgefässbandes anzusehen sind (VIII. 13, l.).

Diese untersten Enden der Rindengefässbündel kennzeichnen daher das einzelne Fibrovasalbündel noch zuweilen in dem Gebiet der Rinde, während dasselbe im Holzkreis seine

1) Nägeli, Beiträge zur Botanik. Hft. 1.

2) Zusammenhang der Blattstellung u. s. w., s. Anm. unter S. 12.

Individualität schon aufgegeben hat, und schon hierdurch beweisen sie ihre Wichtigkeit. Selten nur gelangt ein einzelnes Tüpfelgefäß eben so tief hinab, und kommt dann in die unmittelbare Nähe der Milchsaf- oder Siebgefäße.

Wie die Holzgefäßbündel, so enden auch die Bündel der Rindengefäße zuletzt meist völlig getrennt von einander.

Somit erblickt man auf einem Querschnitt eines Stengels von *Sonchus* und seinen Verwandten nicht allein eine grosse Verschiedenheit der Bündel, die den Holzring constituiren, sondern man sieht die Siebmilchsafgefäßbündel der Rinde in derselben Ungleichheit der Entwicklung neben einander in gemeinschaftlichem Kreise stehen, getrennt hin und wieder durch völlig nackte Partien des Holzringes, die weder von Holzgefäßen untermengt, noch von Rindengefäßen begleitet sind (VIII. 5, 11—14; IX. 3, 4).

Die äusseren grossen Milchsafgefäßbänder, welche fast auf der Grenze der primären und secundären Rinde stehen, verdanken ihre Entstehung dem primären Gewebe, wo es aus dem Urparenchym des Vegetationspunktes hervorgeht. Die übrigen Milchsafgefäße der Rinde entstehen mit den Siebröhren zusammen aus Zellen des Längscambiums. Zwischen den Siebröhren sind noch einzelne lange, feine, parenchymatische Zellen zu finden, die mit ihnen in naher Beziehung stehen (VIII. 1, 3).

Zur Bildung dieser und der feineren Siebröhren unterliegen die Cambiumzellen noch einer Längstheilung in verschiedener Richtung. Daher auch die Zellen der Siebröhrenbündel nicht mehr, wie die Holzzellen, in Reihen stehen (VIII. 4, 11—14).

Nach diesem Typus sind in allen Cichoriaceen-Stengeln die Milchsafgefäße angeordnet, nur dass in einigen Gattungen, wie schon bemerkt, die inneren Bündel derselben fehlen (IX. 19, 20).

In der Wurzel zeigen sich einige Abweichungen und Modificationen, wenn auch die Gesamt-Anordnung die gleiche bleibt.

Zunächst fehlen natürlich überall die markständigen Bündel, wie ja auch die Primordialstränge der Holzbündel in der Wurzel aufhören, und das Mark selbst allmählich verschwindet. Unterhalb des untersten Stengelknotens anastomosiren die untersten Enden jener ersten, und hören damit auf. Dagegen zeigen die Milchsafgefäße der Rinde meist eine reichlichere Entwicklung, wie die gesammte Rinde der Wurzel selbst dicker und fleischiger zu sein pflegt, als die des Stengels (VIII. 10; IX. 1, 2, 5, 6).

Am vollkommensten entwickelt fand ich die Rinde der Wurzel in dieser Hinsicht bei *Taraxacum*. Hier bilden die Milchsafgefäße zahlreiche ringförmige Schichten, die sich in der sehr dicken Parenchymmasse der Wurzelrinde in ziemlich gleichen Abständen wiederholen (IX. 1, 2, l. u. cr-l.). Die äusserste Schicht enthält nur Milchsafgefäße (IX. 1, 2, 5, l.) und begrenzt das primäre Parenchym (co.). Die folgenden enthalten zugleich, je weiter nach innen, desto mehr Siebröhren (IX. 1, 2, 6, cr.). Alle bestehen aus kurzen Gliedern, die an Länge und Anordnung mit den benachbarten Parenchymschichten correspondiren, und haben zahlreiche Anastomosen und Fortsätze. Die Figuren 1 und 2 und mehr vergrössert 5 und 6 auf T. IX geben davon ein Bild. Im Holzkörper der Wurzel und im Mark habe ich keine Milchsafgefäße bemerkt.

Sonchus, *Lactuca*, *Scorzonera*, *Chondrilla* und die übrigen verwandten Gattungen haben in ihren Wurzeln eine verhältnissmässig dünnere Rinde, von weniger regelmässiger Lagerung der Theile. Wir finden in derselben bei allen die Milchsafgefäße nicht in Lagen,

sondern in sehr zahlreichen zerstreuten Gruppen, einige auch einzeln (VIII. 10, 1.) Sie beginnen von der primären Rinde und setzen sich bis zum Cambium fort, und sind wiederum, je jünger, desto mehr mit Siebröhren (cr.) vermischt, und alle durch zahlreiche querlaufende Gefässe vereinigt und mit Zweigen nach allen Richtungen versehen.

In den Blattstielen (IX. 20) ist die Anordnung der verschiedenen Gewebe, mithin auch der Milchsaftegefässe, dieselbe wie im Stengel, und in derselben Weise setzen sich ihre Bündel auch durch die Blattnerven fort (IX. 7—12, 16—19). Sie bilden meist starke Bänder, wie Fig. 2 T. VIII. ein solches freigelegt aus dem Mittelnerv des Blattes von *Lactuca virosa* zeigt. In den kleinen Blattnerven sind die Milchsaftegefässe zuletzt einzeln und oft dicker als alle übrigen Gefässe (IX. 7).

Ihre letzten Enden verlieren sich schliesslich im Parenchym der Blattspreite entweder zugleich mit den Spiralgefässen oder auch von denselben abgewendet mit vereinzelt blinden Endungen, wie dergleichen die Fig. 13—15 auf T. IX wiedergeben.

Die inneren Sieb-Milchsaftegefässbündel verlieren sich auch hier früher, als die äusseren (IX. 7, 8, 12). Des eigenthümlichen Falles, der z. B. bei *Cichorium* vorkommt, wo diese Bündel nur im Blattstiel (IX. 17—19, cr-l-i.) deutlich gesondert sind, bei dem Eintritt in den Stengel (19) sich jedoch ebenfalls verlieren, ist schon oben gedacht worden.

In den Gattungen, die fleischige Blätter haben, wie z. B. *Tragopogon*, sieht man häufig isolirte Milchsaftegefässe, die sich von den Hauptbündeln getrennt haben (IX. 8, 9, 10, 12), nahe oder dicht unter der Oberhaut hinlaufen, und zwar auch an der oberen Blattseite. Diese haben alsdann sowohl ihrem Orte als ihrer Gestalt nach die vollkommenste Aehnlichkeit mit den Schlauchgefässen der Monokotylen, die ich oben beschrieben habe, und sind von ihnen nur durch den Inhalt verschieden. Fig. 9, T. IX zeigt ein solches der Epidermis unmittelbar anliegend und mehrere Stomata derselben passirend. Solche enden zuletzt vereinzelt und blind.

Im Blumenstiel entspricht die Vertheilung der Milchsaftegefässe ebenfalls der, die im Stengel stattfindet. Besonders deutlich ist sie in dem Blüthen-Schaft von *Taraxacum* (IX. 3, 4) und ähnlichen. Derselbe zeigt einen einfachen Ring von Fibrovasal-Bündeln, die in ihrer relativen Grösse die Anordnung der Blättchen des Involucrums wiedergeben (IX. 4). Die kleinsten bestehen nur aus sehr wenigen Milchsafte- und Siebgefässen, welche dicht an den Kreis dickwandiger Zellen, die die eigentlichen Holzzellen repräsentiren, herantreten (IX. 3). Spiral- und Tüpfelgefässe enthalten diese schon nicht mehr.

Im Receptaculum anastomosiren alle diese Bündel in einem dichten Netz und bilden unterhalb jeder Blüthe einen Vereinigungsknoten, von dem aus sie sich wieder trennen, um den Kelch und das Pericarpium zu durchziehen, und dann in einzelnen kleinen Strängen in die Blumenkrone, die Staubgefässe und den Griffel einzutreten. Alle diese kleinen Bündel bestehen aus sehr wenigen feinen Spiralgefässen, einigen Milchsaftegefässen und einer Gruppe Siebröhren, alle drei Gefässarten eng an einander gelagert. Sie sind in allen diesen Organen gleich gebildet und enden gegen den Rand derselben hin in Schlingen und blinden Endungen.

Auf Querschnitten sind die verschiedenen Gefässarten dieser Bündel oft gar nicht zu unterscheiden. Im Griffel begleiten zwei Gefässbündel einen centralen Strang von leitendem Zellgewebe. Für die Narbenschkel spaltet sich dies System in zwei Hälften, die gegen die Narbenpapillen hin blind auslaufen.

Nirgends, weder im Verlauf durch den Stengel oder die Wurzel, noch in ihren Extremitäten in den Blättern habe ich die Milchsaftegefäße dieser Pflanzen in Einmündung in die Holzgefäße gefunden. In Contact mit Holzzellen kommen sie an den erwähnten Orten nicht selten, und da diese mit den Tüpfelgefäßen durch die Poren in Communication treten, so könnte hierdurch ein Durchtritt des Milchsaftes von den Milchsaftegefäßen bis zu diesen zu Stande kommen. Auch ist auf dem Wege der Milchsaftegefäße durch die engen Markstrahlen (VIII. 9) eine unmittelbare Verschmelzung derselben mit Tüpfelgefäßen wohl möglich. Doch gehört dies Verhältniss hier, wenn es sich auch selbst objectiv vor Augen legen liesse, sicher nur zu den Ausnahmen, da die Systeme der beiden Gefäßarten im Allgemeinen zu weit von einander getrennt bleiben. Es ist dies Verhältniss hier noch weit ungünstiger, als bei den Papayaceen.

Auch mit den Siebröhren, welche fast überall die treuen Begleiter der Milchsaftegefäße sind, habe ich sie nirgend in offenem Connex gefunden, wenn sich auch hin und wieder Präparate fanden, die eine Art von Uebergangsbildung anzudeuten schienen. Diese gehören aber nur zu den seltenen Ausnahmen.

3. Campanulaceen und Lobeliaceen.

Schon früher habe ich dargethan, dass diese Familien in Bezug auf Bau und Verbindung der Milchsaftegefäße der vorigen durchaus ähnlich sind (S. 13—16. — T. I. 2, 3, 4).

Sie unterscheiden sich nun besonders dadurch, dass:

1) im Stengel die stärksten Stämme der Milchsaftegefäße nicht sowohl an der äusseren Grenze der Bastbündel und unmittelbar an der inneren Grenze der primären Rinde auftreten, sondern vielmehr innerhalb der Siebröhrenbündel und zwar meist nahe oder unmittelbar am Cambium (IX. 22; X. 1—8). Auch hier, wie in den Cichoriaceen, gelangen diese Gefäße tiefer in den Stengel abwärts, als die Holzgefäße eines jeden Fibrovasalbündels (X. 1, 2, 4).

2) Dass in der primären Rinde oft nur schwache Spuren von ihnen enthalten sind, welche ich am deutlichsten in *Lobelia siphylitica* gefunden habe (X. 7, 8).

3) Dass im Mark gar keine Milchsaftegefäße vorkommen (wie auch keine Siebröhren) und dass mithin auch keine dergleichen die Markstrahlen durchziehen. Sie bleiben nur auf die Rinde beschränkt.

Die Wurzel enthält eine Anzahl starker und allmählich vom Cambium her nachwachsender Sieb-Milchsaftegefäßstränge. Die junge Wurzel von *Lobelia siphylitica* z. B. zeigt etwa fünf oder sechs primäre Bündelchen von kleinen Holzgefäßen, auf deren innerer Seite sich zunächst ein Kreis von Tüpfelgefäßen entwickelt, der sie verbindet. Zwischen je zweien jener Bündelchen ist eine Gruppe von Cambium, welche nun den Gefäßring fortbildet. Vor jedem primären Bündel jedoch entsteht ein breiter Markstrahl, so dass der Holzkörper selbst auf dem Querschnitt sternförmig gelappt erscheint. Vor den Vorsprüngen des Holzkörpers stehen dann jene Bündel von Siebröhren und Milchsaftegefäßen.

In den Laubblättern (X. 6—8) und Kelchblättern wiederholt sich das Verhältniss des Stengels. Die Blüthentheile enthalten, wie in der vorigen Familie, feine Fibrovasalstränge, nach Maassgabe ihrer Zahl und Theilung. In diesen sind die Milchsaftegefäße auch verhältnissmässig weit, meist weiter als die Spiralgefäße. Im Fruchtknoten findet zumal in den Placenten eine

reichliche Verästelung aller Gefässbündel statt. In die Ovula habe ich aber keine Milchgefässe eintreten sehen, welche vielmehr an der Placenta nahe dem Ansatz jener zu enden scheinen. Im Griffel umgeben die Fibrovasalstränge das leitende Zellgewebe in grösserer Zahl, und vertheilen sich nachher in die Narbe.

In diesen Familien findet sich noch weniger Gelegenheit zu einer Communication zwischen den Holz- und Milchsaftegefässen, als in der vorigen, da diese nie quer durch den Holzkörper laufen. Nur an der äusseren Grenze desselben kann eine Berührung vorkommen (X. 6, l. u. sp.). Ein Einmünden konnte ich noch nirgends finden.

4. Urticineae.

Unter den Urticineen im weiteren Sinne des Wortes ist es besonders die Gattung *Ficus* und ihre näheren Verwandten, welche das Milchsaftegefässsystem in grösster Vollkommenheit der Entwicklung zeigen. Ich habe dasselbe, wie auch die abweichende Bildung, die es in der Gattung *Humulus* besitzt, früher geschildert (S. 19, 20. — T. I. 13—15), so dass es hier nur einer kurzen Vervollständigung bedarf.

Die wesentlichen Unterschiede der Milchsaftegefässbildung dieser Familie von den eben besprochenen liegen darin, dass:

- 1) diese Gefässe hier dem Typus der verzweigten und nicht dem der netzartig verbundenen angehören.
- 2) Dass sie hauptsächlich in der primären Rinde und im Mark in grosser Zahl, ziemlich dicke und grade Röhren bildend, vertheilt sind, in geringerer Zahl dagegen in den Siebröhrenbündeln der Rinde auftreten.
- 3) Dass sie innerhalb der Internodien ziemlich isolirt und nur wenig verästelt und kaum durch Anastomosen vereint erscheinen, innerhalb der Stengelknoten jedoch, beim Ursprung des Blattstiels, ebenso wie im dicken Blattfleisch selber, sehr zahlreiche Aeste und Querverbindungen nach allen Richtungen hin besitzen, die zumeist an Dicke den Stämmen gleichkommen.
- 4) Dass sie hier aber auch häufig kleinere Fortsätze und Zweige aussenden, welche aber meist blind endigen, und nicht durch gegenseitiges Verschmelzen, wie bei den erst besprochenen Familien, Netze herstellen.

Ich habe zu diesen früher ausführlicher besprochenen Thatsachen jetzt hinzuzufügen, dass in den Stengelknoten, wo im Mark- und Rindenparenchym ganz eben solche Netzverbindungen stattfinden, wie in den *Papayaceen* und *Cichoriaceen*, auch ebenso eine Anzahl von Zweigen der Milchsaftegefässe durch die Markstrahlen laufen und das Mark- und Rindensystem derselben in Verbindung setzen.

Diese Erscheinung habe ich besonders an *Ficus barbata* genauer untersucht. Man sieht hier oft solche Zweige von den Milchsaftegefässen der Rinde oder des Markes sich abwenden, in die ganz engen, nur aus einer Zellenlage bestehenden Markstrahlen eintreten und in mehr oder weniger schiefer Richtung sie durchsetzen, um jenseits sich wieder mit ihres Gleichen zu verbinden (X. 9). Hierbei kommt nun nach Trécul's Beobachtung eine Berührung zwischen den Milchsafte- und den Netzgefässen des Holzes nicht selten vor. Dass jene jedoch in die dichten Massen der Holzzellen selbst sich hineindrängten, habe ich weder auf feinen Schnitten,

noch durch Maceration des Gewebes nachweisen können. Auch ist mir nicht gelungen, eine offene Einmündung eines Milchsaftgefässes in ein Holzgefäss an einer solchen Berührungsstelle aufzudecken.

Da in dieser Familie der Sitz der Milchsaftgefässe schon im Stengel hauptsächlich das primäre Parenchym ist, so zeigen sie in den verschiedenen Organen der Pflanzen keine wesentlichen Unterschiede ihres Verhaltens. Je schwächer das Organ, desto näher schliessen sie sich dem Laufe der Fibrovasalstränge selbst an, je stärker, desto üppiger werden ihre Verästelungen.

5. Euphorbiaceen.

Die Milchsaftgefässe der Euphorbiaceen (vgl. S. 21) sind in so fern denen der Urticineen gleich, als sie ebenfalls im Allgemeinen zum Typus der verzweigten Gefässe gehören und überall reichlich durch das Parenchym vertheilt sind. Sie unterscheiden sich jedoch darin von ihnen, dass sie ihrem Ansehen nach den Bastfasern sehr ähnlich sind, und im Ganzen häufigere und complicirtere Verzweigung besitzen als jene.

Sie treten in der Mehrzahl in unmittelbarer Nähe der Bastfaserbündel auf, theils diese begleitend, theils sich unter sie mischend, theils auch dieselben ganz und gar ersetzend. *Euphorbia splendens* und ähnliche Arten mit fleischigen Stengeln geben zu ihrer Beobachtung die beste Gelegenheit. Von dem Hauptsitz aus laufen sie zahlreich durch die gesammte Rinde, nicht seltene Anastomosen bildend. Auch einzelne Stämme sieht man in der äusseren Rinde ihren Weg verfolgen, und im Mark sind sie in gleicher Weise anzutreffen. Die reichste Verästelung zeigen wiederum die Stengelknoten und die fleischigen Polster unter den Blattstielen. Aber auch in den Internodien sind sie weniger isolirt, als die der Urticineen.

Sie haben zum Theil, — besonders in den fleischigen Euphorbien, — auffallend dicke Wände, und sind selbst von bedeutender Weite. Wenn schon hierdurch leicht kenntlich, so verrathen sie sich ausserdem noch überall bald durch die eigenthümlich gestalteten, oft knochenförmigen Stärkekörper in ihrem Saft. Ihre Dicke ist oft sehr wechselnd, indem dasselbe Gefäss streckenweis enger und weiter wird. Sie zeigen vielfache oft sehr schnelle Krümmungen und laufen nicht selten schlingenartig wieder zurück.

Wie die Milchsaftgefässe der vorigen Familie, so durchdringen auch diese die Markstrahlen, um das äussere und innere System zu verbinden (X. 18), und berühren bei dieser Gelegenheit mannigfach auch die Theile des Holzes. Trécul hat sie selbst im Inneren des Holzes beobachtet. Es hat mir jedoch trotz sehr vieler aus verschiedenen Arten gemachten Präparate bis jetzt nicht gelingen wollen, dergleichen zwischen den Zellen und Gefässen des Holzes in längerem Verlauf anzutreffen, als es die Markstrahlen gestatten, was bei der eigenthümlichen, sie leicht verrathenden Bildung des Saftes um so bemerkenswerther ist. Nichts desto weniger ist auch hier an den Berührungsstellen, die am Rande der Markstrahlen stattfinden, die Möglichkeit der Einmündung der beiderlei Gefässe gegeben.

Wo die Entwicklung des Milchsaftes selber unmerklicher ist, wie etwa bei *Ricinus*, *Mercurialis* und anderen Gattungen, da finden wir auch die Gefässe desselben weniger stark verbreitet und in die Augen fallend. Sie werden den gewöhnlichen Bastfasern ähnlicher und besitzen nur sparsame Verästelungen und Anastomosen, dagegen stärker verdickte Wände.

6. Die übrigen Dikotylen.

Das Milchsaftgefäßsystem der Papaveraceen habe ich im ersten Abschnitt (S. 18, 19. — T. I. 9—11) seinem allgemeinen Bau nach so weit besprochen, dass nichts wesentlich Neues hinzu zu setzen bleibt, will man nicht auf feine spezifische Unterschiede eingehen. Die Charakteristik desselben, kurz recapitulirt, wäre etwa diese.

Die Milchsaftgefäße sind im Stengel der Papaveraceen einfach schlauchförmig und laufen fast ganz isolirt, mit seltenen Querverbindungen oder Aesten. Sie stehen an der äusseren Grenze der Bastregion und von da durch die primäre Rinde bis nahe der Epidermis vertheilt, wo verdickte Bastfasern vorhanden sind, oft dicht neben diesen, sonst neben den Siebröhrenbündeln, ferner einzeln innerhalb dieser Bündel zwischen den Siebröhren, sodann im Mark und zwar zumal in der äusseren Zone desselben, nahe den inneren Vorsprüngen der Spiralgefäßbündel, und endlich auch innerhalb der Markstrahlen, welche hier häufig ziemlich breit zwischen den Fibrovasalsträngen entwickelt sind (IX. 21). Somit sind diese Stränge gewissermassen rings umgeben von einem lockeren Kreise von Milchsaftgefässen, die alle im Allgemeinen mit ihnen parallel laufen.

In den Wurzeln, besonders der fleischigen Arten, wird die Richtung der Milchsaftgefäße mannigfaltiger, ihre gegenseitigen Verbindungen häufiger, aber sie treten zugleich öfter als Reihen noch gar nicht oder noch nicht ganz verschmolzener Zellen auf (I. 9, 11). Stärker durch das Parenchym verzweigt und anastomisirend erscheinen sie in den Blättern, am stärksten in den Kelchblättern und in der Fruchthülle, wo sie auch am vollkommensten unter einander verschmolzen sind.

Eine erneute aufmerksame Prüfung hat mich nun wiederum überzeugt, dass zwischen den gedrängten Zellen und Gefässen der Holzbündel selbst keine eigentlichen Milchsaftgefäße eindringen, obwohl sich mit Milchsaft erfüllte Tüpfelgefäße besonders in den Wurzeln sehr häufig finden. Von diesen ist es mir nicht unwahrscheinlich, dass sie, besonders wo der Milchsaft in ihnen stark gefärbt ist, so dass die Structur der Gefässwand dadurch undeutlich wird, von früheren Darstellern für ächte Milchsaftgefäße selbst gehalten worden sind. Es treten jedoch zuweilen die Milchsaftgefäße, welche, wie eben bemerkt, in den Markstrahlen seitlich der Holzbündel und im Mark an ihrer inneren Kante stehen, unmittelbar an die Tüpfelgefäße heran (IX. 21, 1*), so dass hier Gelegenheit zur Communication gegeben wäre. Doch sind diese Fälle nicht häufig genug, um den Gehalt an Milchsaft in so vielen Holzgefässen zu erklären, und es liegt mir auch eine Einmündung selbst nirgends vor.

Für die übrigen dikotylen Familien, die mit Milchsaftgefässen begabt sind, habe ich meinen früher gegebenen Darstellungen neuerdings nichts zuzufügen. Die Milchsaftgefäße der Asclepiadeen und Apocyneen (S. 20, 21. — T. II. 3, 4), die am meisten den Bastfasern gleichen, gehören ohnedies zu den am besten bekannten und besprochenen. Die der Sambuceen (S. 21), Aceraceen (S. 20) und Clusiaceen (S. 22) sind ihrer so einfachen Structur nach ebenfalls früher so weit erörtert, dass eine fernere Untersuchung sich nur noch auf spezifische Unterschiede zu erstrecken hätte.

Dagegen erfordern schliesslich eine wiederholte Besprechung die sehr interessanten Milchsaftgefäße der

7. Aroideen.

Diese Pflanzen besitzen in allen ihren Theilen zahlreiche Gefässe, die einen milchichten Saft führen, der freilich mancherlei Unterschiede von dem ähnlichen Saft anderer Pflanzen, so wie auch innerhalb der Arten dieser Familie verräth, auf die jedoch näher einzugehen ausserhalb der Grenzen dieser Abhandlung liegt. Diese Saftgefässe finden sich nicht allein mit krystallführenden Schlauchgefässen vereint vor, wie schon früher erwähnt (S. 21, 22), sondern sie haben zum Theil selbst den Bau von Schlauchgefässen, während wir sie andererseits Uebergänge zu den Spiral- und Netzgefässen bilden sehen. Sie treten auffallender Weise in einer und derselben Pflanze, sogar in demselben Pflanzentheile unter drei verschiedenen Typen auf, und gewähren dadurch mancherlei lehrreiche Aufschlüsse (X. 10—17).

Zum einen Theil gehören sie dem Typus der netzförmigen Gefässe an (X. 11, 15, 16). In dieser Gestalt finden wir sie erstlich als Mitglieder aller Fibrovasalstränge der Stengel, Blattstiele und Blätter (X. 11, 14, 17, l.). Sie laufen meist an der äusseren Seite der Siebbündel (14, 17, cr.), zwischen den Siebröhren und dem Parenchym, seltener begleiten einzelne die Spiralgefässe. Wie schon früher geschildert, senden sie zwischen die Parenchymzellen hinein Vorsprünge, die zu Zweigen auswachsen, welche sich weithin durch die Interzellularräume der grossen Parenchymzellen erstrecken und sich hier wiederum auf das Mannigfachste verästeln¹⁾ (11, 17). Die Aeste laufen oft blind aus und endigen dann nicht selten mit erweiterten Enden, die gegen andere Zellen anliegen. Da aber gewöhnlich zwei oder mehrere Milchsaftgefässe in geringer Entfernung von einander, an der Grenze des Siebröhrenbündels vertheilt, neben einander laufen (11, 14), so treffen sich ihre Fortsätze und verschmelzen mit einander, ähnlich wie es bei den Papayaceen, Cichoriaceen u. s. w. stattfindet. Nur sind die Querverbindungen und Aeste der Aroideen von starrer Textur, so dass sie, durch Maceration freigelegt, sich in unveränderter Gestalt beobachten lassen. Man kann lange Bänder von Milchsaftgefässen frei präpariren, die in regelmässigen Abständen auf diese Weise copulirt fast das Bild von Zygnemeen wiedergeben.

Ausser in den Gefässbündeln im Inneren des Stengels finden sich nun zweitens Milchsaftgefässe derselben Form in der Region der Rinde oft in grosser Menge entwickelt, die zu ausgezeichneten Netzen oder Gittern verbunden sind (X. 12, 15, 16, l¹). So umstellen sie nicht selten die Bündel von Collenchym (12, coll.), verästeln sich aber auch weithin frei durch das Parenchym. Die zahlreichen Copulationen ihrer einander begegnenden Vorsprünge nehmen manche sonderbare Gestalt an (15, 16) und ähneln nicht selten jenen Copulationen bastartiger Zellen, die ich früher als in manchen Aroideen-Gattungen (*Monstera* etc.) an demselben Ort vorkommend beschrieben habe (S. 46. — T. VII. 12—17).

Ausser diesen netzartig vereinigten Milchsaftgefässen beobachtet man nun andere von durchaus abweichendem Bau, die ebenfalls den Fibrovasalsträngen angehören und besonders gewissen Gattungen, z. B. *Caladium*, *Arum* und den verwandten, eigen sind.

Die Gefässbündel dieser Gattungen (14, 17) sind so zusammengesetzt, dass an der Kante derselben, welche der Stengelaxe zugewendet ist, ein oder ein Paar Spiralgefässe (sp.) von geringem Durchmesser erscheinen, während auf der Rindenseite ein starkes Bündel von Siebröhren (cr.)

1) Vergl. Karsten in den Monatsberichten der Berl. Akad., 1857, p. 74 etc.

steht, begleitet von einigen Bastfasern und den Milchsaftegefässen des ersten Typus. Zwischen beiden Gefässarten erblickt man nun ein oder zwei sehr weite Gefässe (1²), die entweder mit Luft erfüllt sind, oder ganz oder zum Theil einen körnig schleimigen Saft enthalten, der dem Milchsafte jener Milchsaftegefässe gleicht. Diese besitzen eine äusserst dünne und im völlig ausgebildeten Zustand gleichmässige Wand, die keine Structur von netzartiger oder ähnlicher Bildung erblicken lässt (X. 10, 14, 17). Nur die engeren unter ihnen, und besonders, wo zwei neben einander stehen (wie es z. B. Fig. 14 zeigt), das kleinere von beiden, — lassen eine ausserordentlich feine spiralige Streifung erblicken. Dagegen sind diese Gefässe von einer fest geschlossenen Lage sehr langer, schmaler, prismatischer, parenchymatöser Zellen eingehüllt (p. v.), die auf dem ersten Anblick die eigene Zellwand der grossen Gefässe leicht übersehen lassen, so dass man sie zu den grossen Luftgängen zu zählen versucht sein kann, die das ganze Parenchym dieser Gewächse durchziehen. Diese Zellhülle erinnert einerseits an die ähnliche Scheide der grossen Netzgefässe der Papayaceen, — die jedoch aus breiteren Zellen besteht, — andererseits giebt sie diesen Gefässen genau das Ansehen der weiten Milchsaftegefässe von *Clusia*, die ich früher ausführlich beschrieben und abgebildet habe, und welche eine Zellscheide derselben Art besitzen. Nur ist die Zellmembran der Gefässe von *Clusia* noch viel feiner und schwer zur Anschauung zu bringen, während die dieser Gefässe durch Maceration mit Kalilösung leicht sichtbar wird, indem die Scheidenzellen (p. v.), wenn auch im Ganzen fest zusammenhaltend, doch hier und dort sich lösen und die Gefässe nackt lassen (X. 10, mc.). Diese Gefässe besitzen keine Auswüchse, noch Verzweigungen, noch Anastomosen, und springen nur höchstens mit sehr stumpfen Winkeln in die Fugen der Scheidenzellen ein.

Der dritte Typus der Milchsaftegefässe dieser Pflanzen hält nun die Mitte zwischen den beiden geschilderten. Es sind ebenfalls weite und grosse einfache Röhren, die ausserhalb der Gefässbündel im Parenchym vertheilt sind, an Gestalt und Ansehen den eben beschriebenen gleichen, aber keine derartige Hülle aus feinen Zellen besitzen (X. 13, 15, 1³). Sie finden sich in der Region der Rinde zwischen den engen netzartig verbundenen Gefässen des ersten Typus, meist isolirt (13), nur selten durch einen vereinzelteten Zweig mit diesen verbunden (15, 1³).

8. Folgerungen.

Wir haben also hier eine Reihe von Formen der Milchsaftegefässe vor uns, deren eine, — die des zweiten Typus, — offenbar einen Uebergang zu den Gefässen des Holzes bildet. Jene grossen Gefässe der Fibrovasalstränge stehen nicht allein genau an der Stelle, die sonst die weiten Tüpfelgefässe der meisten monokotylischen Pflanzen einnehmen, und führen Luft, wie diese, und sind schon aus diesen Gründen als Stellvertreter derselben zu betrachten, sondern sie zeigen auch zum Theil noch Spuren von spiraliger Streifung. Sie sind somit offenbar jenen Gefässen verwandt, vielleicht als Metamorphosen derselben anzusehen. Das wird auch dadurch noch gewissermassen bestätigt, dass auch einzelne der Spiralgefässe selbst durch die Färbung ihrer Wände Spuren von Milchsaftegehalt verrathen.

Andererseits gehen sie durch die Gefässe des dritten Typus in die echten Milchsaftegefässe über und gleichen durchaus denen von *Clusia*. Sie sind somit in der That eine vollkommene Uebergangsbildung.

Die Eigenthümlichkeit dieser Gefässe, dass sie bald Luft führen und bald milchichten Saft, dass sie den wahren Milchsaftgefässen ähneln und doch in die Stelle der Holzgefässe eintreten, hätte nun erwarten lassen, dass diese vor allen mit den Netzverbindungen der anderen Milchsaftgefässe dieser Pflanzen communiciren würden, um vielleicht ihren Inhalt von ihnen zu erhalten.

Sie zeigten indessen nach der Maceration, dass sie völlig und durchaus isolirt sind, und nirgends liess sich der geringste Zusammenhang, auch nicht einmal ein äusserliches Hängenbleiben der anderen Milchsaftgefässe an ihnen auffinden. Auch war weder bei dieser Präparation, noch auf feinen Schnitten jemals eine Mündung oder ein Zwischenraum in der Parenchymscheide der Gefässe zu finden, durch die ein Ast von jenen hindurch gekonnt hätte. Dazu kommt, dass auch die Anordnung des ganzen Fibrovasalstranges der Art ist, dass eine solche Communication erschwert wird. Denn die kleinen Milchsaftgefässe stehen fast immer an der äusseren Grenze der Siebröhren (X. 14, 17), sind durch diese von den grossen getrennt und senden ihre Aeste wohl einander zu oder lassen sie nach aussen in's Parenchym verlaufen, niemals aber sah ich einen Zweig zwischen die Siebröhren oder überhaupt nach innen zu laufen. Somit halte ich mich überzeugt, dass grade diese Gefässe ihrer ganzen Länge nach isolirt bleiben, die nach Statur und Stellung es besonders hätten erwarten lassen, mit dem so reich entwickelten System der verzweigten Gefässe in Verbindung zu stehen.

Und dann bleibt nichts übrig, als für diesen Fall anzunehmen, dass der milchartige Saft dieser Gefässe in ihnen selbst secernirt werde.

Man ist gewohnt, Gefässe, die Luft führen, als nicht mehr selbst für den vitalen chemischen Process thätig, sondern nur als passive Behälter anzusehen. So könnte man denn fragen, wie diese zum grossen Theil mit Luft erfüllten Gefässe Milchsaft in sich erzeugen können. Allein wir wissen ja überhaupt nicht, welchen Theil die Wand der echten Milchsaftgefässe selbst an der Secretion des Milchsaftes nimmt, und welchen die Wand der Nachbarzelle. Wir wissen nur, dass die Elemente, die den Milchsaft bilden müssen, durch zwei an einander liegende Membranen diffundirt werden müssen, nämlich durch die einer Parenchymzelle und die des Gefässes. Die meist sehr dünne Membran des letzten liesse schon an sich auf einen stärkeren Einfluss der dickeren Haut der Nachbarzelle schliessen. Sehen wir aber, dass die grossen stets mit Milchsaft erfüllten Gefässe der *Clusia* nur noch die Spur einen eigenen Wand besitzen, und dass endlich die Milchsaftbehälter von *Rhus* noch gar keine eigene Wand haben finden lassen, so müssen wir ohne Zweifel dem benachbarten Parenchym die Fähigkeit, Milchsaft allein zu secerniren, zugestehen.

Somit steht denn nichts der Annahme entgegen, dass auch diese weiten Gefässe der Fibrovasalstränge hier ihren Milchsaft der sie umgebenden Zellhülle verdanken, die vielleicht bloss zu diesem Zweck da ist, ebenso wie bei *Clusia* und *Rhus*.

Auffallend ist dann freilich, dass nahe bei einander in demselben Pflanzentheile zwei verschiedene Apparate zur Secretion des Milchsaftes vorhanden sind, die grossen einfachen Röhren mit ihrer Scheide und die kleineren netzartig verbundenen. Allein man weiss noch nicht, ob die Secrete beider nicht verschieden sind. Und dann wäre vielleicht ein ähnlicher Gegensatz auch in der Rinde zwischen den weiten Gefässen des dritten Typus und den engen, wie sie oben beschrieben sind, in Bezug auf ihren Inhalt vorhanden.

Giebt man nun zu, dass hier im Fibrovasalstrang dieser Aroideen grosse zum Theil Luft führende Gefässe auch Milchsaft enthalten können, ohne ihn direct von anderen echten Milchsaftgefässen zu beziehen, so kann die gleiche Erscheinung auch bei anderen Pflanzen eintreten, welche in echten Spiral- und Tüpfelgefässen milchichten Saft ausser der Luft führen. Mit Recht wird man freilich den ausgebildeten Tüpfelgefässen eine chemische secernirende Thätigkeit noch weniger zugestehen wollen, als diesen unseren Uebergangsgebilden zwischen Holz- und Milchsaftgefässen. Allein wir sehen bei *Carica* die Tüpfelgefässe ebenfalls von einer Parenchymscheide umgeben, die dieselbe Rolle spielen kann wie die in den Aroideen. Bei den Gewächsen der anderen fraglichen Familien sind es theils Holzparenchym-, theils Holzfaserzellen, die die grossen Tüpfelgefässe umgeben. Auch von diesen beiden giebt es zahlreiche Beispiele chemischer Thätigkeit. Beide erzeugen ganz häufig in sich Amylum, die Holzparenchymzellen enthalten oft andere schleimige Stoffe, und endlich erzeugt sich aus diesen umgebenden Zellen, wie oben erwähnt, das secundäre Gewebe, das bei sehr vielen Pflanzen die alten Holzgefässe erfüllt. Wenn nun die Parenchym- oder Holzzellen, welche die Holzgefässe einschliessen, solches alles leisten können, wenn sie zumal in den Pflanzen, die viel Amylum bilden, an der Erzeugung dieses Stoffes Antheil nehmen können, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass sie auch in den Pflanzen, deren Gewebe die Tendenz hat, Milchsaft zu secerniren, an dieser Thätigkeit stellenweis Antheil nehmen.

Die Schwierigkeit, die schon bei der *Carica* war, die Erscheinung des Milchsaftes in den Holzgefässen durch eine offene Communication genügend zu erklären, — obwohl dort die Berührungen beider Arten von Gefässen häufig sind, — steigert sich in den übrigen Familien, wo diese Verbindungen verhältnissmässig nur selten vorkommen können, während der milchichte Saft in den Holzgefässen ziemlich häufig ist, bis zur Unübersteiglichkeit. Wir sehen oft grosse Mengen von milchichtem Saft in solchen Gefässen, und suchen vergebens in der Nähe nach Milchsaftgefässen, mit denen eine Berührung oder Vereinigung möglich wäre. Wiederum vermissen wir oft derartigen Saft in solchen Holzgefässen, in deren Nähe Milchsaftgefässe erblickt werden. Wir schätzen endlich die Zahl aller möglichen Berührungspunkte in den Familien der Lobeliaceen, Campanulaceen, Euphorbiaceen, Moreen, Papaveraceen, Aceraceen u. s. w., und finden, dass, wenn auch an jedem derselben eine offene Einmündung zu Stande käme, die Zahl dieser doch lange nicht hinreichen würde, den hin und wieder massenhaft aufgehäuften Saft in den Tüpfelgefässen zu erklären. Um so weniger aber, da doch nicht nöthig ist, dass jede Berührung eine Einmündung bilde.

Bei *Carica* haben wir oben die hin und wieder stattfindende offene Einmündung sehr wahrscheinlich, und somit Trécul's Beobachtung in sofern bestätigt gefunden. Es ist aber sehr auffallend, dass in allen anderen Familien keiner der vielen gethanen Schnitte eine solche Oeffnung auch nur hat wahrscheinlich machen können.

Fassen wir alles dies zusammen, und dürfen wir vielleicht noch besser hierher die Thatsache ziehen, die jener anonyme Forscher nachgewiesen hat, dass auch in Gewächsen, die keinen Milchsaft führen, ein ähnlicher schleimiger Saft sich in den alten Holzgefässen findet, so scheint mir kein Zweifel mehr walten zu können, dass auch in den milchsaftführenden Pflanzen der Milchsaft in diesen Gefässen selbst durch Diffusion gebildet werden kann. Diese alten Holzgefässe sind gewissermassen Vorrathsräume, in welchen die Pflanze verschiedene Dinge zu gewissen Zeiten deponirt, Luft, Flüssigkeit, körnig-schleimige Stoffe, sie erfüllt sie sogar mit

jungem Zellgewebe. Ob dies alles, und somit auch der Milchsaft, hier nur zeitweis abgelagert wird, um gelegentlich durch die Haut der Nachbarzellen wieder resorbirt zu werden, oder ob solcher gewissermassen nur aus Ueberfluss auch hierhinein secernirt wird, weil einmal die Tendenz zu solcher Secretion im Gewebe der Pflanze waltet, das lässt sich bis jetzt noch nicht feststellen.

Somit aber kann ich der Ansicht Trécul's, dass eine Einwirkung der Luft auf den Milchsaft innerhalb der Holzgefässe als nothwendige Function in der Kette des Stoffwechsels anzunehmen sei, nicht beitreten, und zwar um so weniger, als die Luft in den Holzgefässen keine atmosphärische ist, da diese Gefässe sich nicht nach aussen öffnen, sondern vielmehr selbst nur eins der Secrete, die zeitweis in ihnen auftreten.

Noch bleibt auch dies wiederholt zu erwähnen, dass in den feinen Ausläufern der Fibro-vasalbündel in den Blättern und Blüthentheilen an eine offene Verbindung beider Gefässarten nirgends zu denken ist, da überall beide getrennt von einander blind endigen.

Und so vermag ich jetzt, nach Zusammenfassung und wiederholter Prüfung aller einzelnen älteren und neueren Thatsachen, einer Circulation des Saftes aus den Milchsaftgefässen in die Gefässe des Holzes und zurück vermittelt offener Verbindungen noch weniger einen Platz in der normalen Säftebewegung der Pflanzen einzuräumen. Vielmehr finde ich von Neuem bestätigt, dass für alle vitale Bewegung und Austausch von Säften zwischen den verschiedenartigen Geweben der Pflanze das einzige wahre „agent immédiat“ in der grossen Entdeckung Dutrochet's, der Diffusionskraft der Zellwand selbst, zu suchen sei.

Somit glaube ich denn nach dieser Reihe wiederholter Untersuchungen die gestellte Frage nun noch einmal dahin beantworten zu müssen, dass dem Gesetz nach das System der Milchsaftgefässe von dem der Spiral- und Tüpfelgefässe getrennt verläuft, in keinem Organ mit ihm in normale und stetig wiederkehrende Verbindung tritt, dass nur in der Familie der Papayaceen ein öfteres Vorkommen offener Verbindungen zwischen beiderlei Gefässen innerhalb der Holzbündel während ihres ganzen Verlaufs nicht unwahrscheinlich ist, dass dagegen ein solches in allen anderen untersuchten Familien nur als selten vorkommende Ausnahme zu betrachten wäre, die allein an den Stellen, wo die Milchsaftgefässe die Holzbündel berühren, vorkommen könnte, thatsächlich aber noch nicht nachgewiesen ist. —

Zu ganz vollständiger Ausführung des Bildes der Vertheilung und der Structur der Milchsaftgefässe, wie es sich nach den verschiedenen Verwandtschaften des Pflanzenreichs und den verschiedenen Typen dieser Gefässe gliedert und abwandelt, blieben freilich nun noch die charakteristischen Unterschiede der Gattungen und Arten der milchsaftführenden Familien im Einzelnen darzulegen, und es wäre zugleich das Pflanzenreich ferner nach bis jetzt noch verborgen gebliebenen ähnlichen Gefässen in anderen Pflanzen zu durchsuchen. Dies würde indessen die für diese Aufgabe gesteckten Grenzen überschreiten.

Schlussbemerkung.

Während die vorstehende Abhandlung und zwar besonders der ältere Theil derselben der Akademie zu Paris übergeben war, sind verschiedene Untersuchungen veröffentlicht worden, die zu den hier besprochenen Gegenständen in Beziehung stehen und zum Theil sogar dieselben Fragen behandeln. Ich durfte mir dieser jedoch betreffenden Orts zu erwähnen nicht gestatten, da es angemessen schien, das Mitgetheilte genau in seiner ursprünglichen Form wiederzugeben. Von solchen sind in erster Linie Nägeli's Abhandlung über die Siebröhren von Cucurbita (Sitzungsberichte der k. Bairischen Akademie, 9. Februar 1861) und J. Sachs's verschiedene Aufsätze (in den letzten Jahrgängen der Flora und in Pringsheim's Jahrbüchern, Bd. III. u. s. w.) über mancherlei die Saftleitung und Ernährung der Pflanzen betreffende Erscheinungen, zu nennen, ferner Caspary's Arbeit über die Gefässbündel (Monatsberichte der Berl. Akad. 1862. S. 448), Sanio's Untersuchungen über die Elemente des Holzes (Botanische Zeitung 1863 und 64), C. H. Schultz's Vortrag über die Lebenssaftgefässe (gehalten in Königsberg 1861), Lestiboudois's Aufsätze über Milchsaftegefässe (Comptes rendus 1863) und manche andere Einzelheiten.

Es wäre nun wünschenswerth gewesen, alle diese neueren Mittheilungen alsbald möglichst eingehend mit zu erörtern. Allein dies hätte nicht ohne einige wiederholte vergleichende Beobachtungen geschehen können, und da die Veröffentlichung des vorliegenden Aufsatzes sich schon lange genug verzögert hat, so schien es mir geboten, eine derartige Besprechung auf ein anderes Mal zu verschieben, und zwar um so mehr, als mir noch nicht einmal die ganz denselben Gegenstand wie diese Schrift umfassenden Untersuchungen Dippel's bekannt geworden sind, also mit einer solchen Besprechung doch nur wiederum Unvollständiges zu erlangen gewesen wäre. Es bleibe diese mithin vorbehalten, indem ich mich begnüge, den Leser vorläufig auf die genannten Arbeiten zu verweisen.

Die erste Aufgabe der Verwaltung ist es, die
Mittel zu beschaffen, die für die Ausführung
der Verwaltungszwecke erforderlich sind.
Die zweite Aufgabe ist es, die Mittel so zu
verwenden, dass sie den Zwecken der
Verwaltung am besten entsprechen.

Verwaltungszwecke

Die Verwaltungszwecke sind die Aufgaben, die
die Verwaltung zu erfüllen hat. Sie sind
in der Regel in der Verfassung oder in
anderen Gesetzen festgelegt. Die Verwaltung
muss diese Zwecke erfüllen, um die
Ziele der Verwaltung zu erreichen.
Die Verwaltungszwecke sind in der Regel
in drei Kategorien unterteilt: die
ökonomischen, die sozialen und die
kulturellen Zwecke. Die ökonomischen
Zwecke betreffen die Verwaltung der
Wirtschaft, die sozialen Zwecke die
Verwaltung der Bevölkerung und die
kulturellen Zwecke die Verwaltung der
Kultur.

Die Verwaltungszwecke sind in der Regel
in drei Kategorien unterteilt: die
ökonomischen, die sozialen und die
kulturellen Zwecke. Die ökonomischen
Zwecke betreffen die Verwaltung der
Wirtschaft, die sozialen Zwecke die
Verwaltung der Bevölkerung und die
kulturellen Zwecke die Verwaltung der
Kultur.

Erklärung der Abbildungen.

In allen Figuren werden die gleichmässig wiederkehrenden Theile folgendermassen bezeichnet:

- cr-l.: Sieb-Milchsaftgefässbündel, e.: äussere, rindenständige, i.: innere, markständige.
l.: Milchsaftgefässe.
 m. e.: Aeussere Zellmembran.
 u. i.: Innenschlauch, secundäre Zellmembran.
 p. t.: Querwände oder Spuren derselben.
cr.: Siebröhren.
 m. e, — u. i.: Wie bei den Milchsaftgefässen.
 p. cr.: Siebplatte.
 p. coll.: Callöse Platte.
 mt. coll.: Geronnene, schleimige oder halbfeste Ausfüllungsmasse der Siebröhren nahe der Siebplatte.
 j.: Feine Verbindungsarme zwischen den Innenschläuchen benachbarter Siebröhren-Glieder, die die Siebplatte durchsetzen.
 ct. cr.: Siebkopf, d. h. die kopfförmige Gesamtheit der einzelnen Theile, die die Querwände der Siebröhren und deren Beläge und Umhüllungen bilden.
 cr. l.: Seitliche Siebplattenbildungen.
pa. cr.: Sieb-Parenchym.
u.: Schlauchgefässe.
f.: Bastfasern.
sp.: Spiralgefässe.
re.: Tüpfelgefässe und deren Modificationen.
b.: Holzzellen und die ihnen verwandten Gebilde.
c.: Cambium.
p.: Parenchym und zwar meist das der Rinde.
p. v.: Dessgleichen, wo es als Umhüllung von Gefässen auftritt als Scheidenzellen.
coll.: Collenchym.
m.: Markgewebe.
r. m.: Markstrahlen.
co.: Rinde.
ep.: Epidermis.
ra.: Raphiden oder Nadel-Krystalle.
crst.: Einzelne grössere deutlicher ausgebildete Krystalle.
st.: Stomata, Athemlöcher.
m. c.: Zellwand.
f. r.: Spiral- oder netzfaserförmige Verdickungsschicht derselben.
p. o.: Offene Poren der Gefässe oder ihrer Geleitzellen.
-

Tafel I.

Campanula persicifolia und Jasione montana.

- Fig. 1. Theil des Milchsaftegefässnetzes aus dem Stengel von *Campanula*, durch Kochen in Kalilösung frei präparirt. Man sieht stumpfe Auswüchse theils blind endigend, theils copulirt. Vergrößerung 360mal.
- Fig. 2. Querschnitt aus dem Stengel, die Milchsaftegefäss- und Siebröhrenschicht zeigend. Vergrößerung 360mal.
- Fig. 3. Querschnitt aus der inneren Rinde der Wurzel von *Jasione*. Die sehr dickwandigen Milchsaftegefässe sind öfter durch seitliche Oeffnungen verbunden wie bei *x*. Vergrößerung 360mal.

Lobelia syphilitica.

- Fig. 4. Längsschnitt durch die Sieb-Milchsaftegefässschicht. Vergrößerung 600mal.

Carica microcarpa.

- Fig. 5. Querschnitt eines Theils der Milchsaftegefässzone nebst einem grossen den Markstrahl horizontal durchlaufenden Milchsaftegefäss (*l. h.*); *re*: Holzgefässe. Vergrößerung 120mal.
- Fig. 6. Theile der allseitig anastomosirenden Milchsaftegefässe, die zwischen den Parenchymzellen des Stengels verlaufen, im Zusammenhang frei präparirt. Vergrößerung 120mal.
- Fig. 7. Stücke von dergleichen grösseren Gefässen zu einem bandförmigen Hauptbündel vereinigt. Vergrößerung 120mal.
- Fig. 8. Längsschnitt eines einzelnen Gefässes, das in der Entwicklung aus einer Zellreihe begriffen ist. Die Zellwände zeigen Verdickungen und Durchbrechungen in seitlicher und Flächenansicht.

Sanguinaria Canadensis.

- Fig. 9. Freigelegte Milchsaftegefässe aus dem Wurzelstock, deren constituirende Zellen reihenweis gelagert und bald völlig gegen einander geöffnet, bald mehr oder minder getrennt erscheinen. Das benachbarte Parenchym ist mit Stärke erfüllt. Vergrößerung 33mal.
- Fig. 10. Unvollkommen verschmolzenes Milchsaftegefäss des Stengels, dessen Querwände noch zu erkennen sind. Vergrößerung 240mal.
- Fig. 11. Wie Fig. 9.

Ficus Carica.

- Fig. 12. Durch Kochen einer noch nicht erschlossenen Laubknospe in Kalilösung freigelegtes Ende eines feinen Spiralfässes, dessen Zellglieder nicht verschmolzen sind, sondern deutliche Querwände besitzen. Vergr. 600mal.
- Fig. 13. Ein blindes Ende einer der feinen Verzweigungen der Milchsaftegefässe, ebenso präparirt. Vergr. 600mal.
- Fig. 14. 15. Grössere ebenso freigelegte Theile derselben Gefässe aus Blättern und Stengelknoten einer so behandelten Knospe. Vergrößerung von Fig. 14 = 240mal, von Fig. 15 = 160mal.

Tafel II.

Ficus Carica.

- Fig. 1 und 1b. Frei präparirte sehr feine Siebröhren aus dem Stengel. Die primären Zellwände sind zum Theil von einander gerissen und die Innenschläuche hervorgezogen und ausgereckt. Vergrößerung 600mal.
- Fig. 2. Schnitt durch das Parenchym eines Stengelknotens aus einer noch nicht erschlossenen Knospe, junge eben entstandene Milchsaftegefässe zeigend. Die Parenchymzellen haben Poren und Wandverdickungen (*p*¹), die Milchsaftegefässe glatte Wände. Vergrößerung 150mal.

Nerium Oleander.

- Fig. 3a. Verwachungsstelle zweier freigelegter copulirter Milchsaftegefässe aus der Rinde. Vergrößerung 120mal.
- Fig. 3b. Ein spitzes geschlossenes Ende eines solchen Gefässes. Vergrößerung 120mal.
- Fig. 4. Milchsaftegefässverbindungen aus dem Blatt. Vergrößerung 120mal.

Acer platanoides.

- Fig. 5. Theil eines freigelegten Milchsaftegefässes. Vergrößerung 120mal.
- Fig. 6. Mehrere dergleichen neben einander verlaufend, bei *cop.* verschmolzen, bei *pt.* mit getrennten Enden. Nach Färbung durch Chlorzinkjod erscheint die Zellmembran als weite Umhüllung des geronnenen Inhalts. Vergrößerung 240mal.

Acer Negundo.

- Fig. 7a. Theil eines freigelegten siebröhrenartigen Milchsaftegefässes. Man sieht nach Färbung mit Chlorzinkjod die grossen Poren der Längswände. Vergrößerung 240mal.

Fig. 7b. Längsschnitt aus der Bastlage in radialer Richtung. Man sieht eine Siebröhrenreihe und eine Krystallzellenreihe, deren Querwände zum Theil völlig resorbirt sind, wie z. B. bei *x.*, oder noch als Spuren sichtbar, wie z. B. bei *y.* Vergrößerung 360mal.

Fig. 8. Querschnitt aus der Bastschicht. Die Bastzellen *f.* sind aus der zweiten Lage des Bastes. Vergr. 360mal.

Sambucus nigra.

Fig. 9. Theil eines freigelegten Milchsaftegefässes, dessen geronnener Saft in kurze, kantige Bruchstücke zerfallen ist. Vergrößerung 80mal.

Fig. 10. Verschmälertes Ende eines anderen. Vergrößerung 200mal.

Clusia.

(Eine noch unbestimmte Art des Berliner botanischen Gartens.)

Fig. 11. Stück eines durch Kali freigelegten Milchsaftegefässes. Die kleinen Zellen der Wandung hängen noch zusammen, ohne sich überall sichtlich zu berühren, und verrathen dadurch die Existenz einer eigenen Membran des grossen Gefässes, welche auch bei *m. c.* isolirt sichtbar wird. Vergrößerung 600mal.

Fig. 12 und 13. Querschnitte von Milchsaftegefässen aus dem Mark; die Wandungen erscheinen aus den sehr kleinen Zellen gebildet, die dem Sieb-Parenchym ähneln, und einen stark contrahirten dicken Inhaltsschlauch (*u. i.*) erkennen lassen. Eine eigene Wand des Milchsaftegefässes ist hier nicht zu erkennen und die Wände der kleinen Zellen selbst sind an ihrer inneren Seite zuweilen so dünn, dass sie fast aufgelöst erscheinen. Vergrößerung 600mal.

Tafel III.

Cucurbita Pepo.

Fig. 1 und 2. Callöse Platten aus sehr kleinen Siebröhren; Fig. 1 halb von der Seite, Fig. 2 von oben gesehen. Man sieht die kraterartig offenen Siebporen innerhalb der Erhabenheiten der Platten. Vergrößerung 750mal.

Fig. 3 und 4. Siebplatten von oben gesehen, auf dem Querschnitt der Siebröhren. Vergrößerung 750mal.

Fig. 5. Längsschnitt durch eine Siebröhre, welche die unverletzten callösen Belag-Platten zeigt, die durch Jod gelb gefärbt sind. Man sieht die feinen Kanäle, welche dieselben durchziehen. Die Siebplatte ist nicht bemerkbar. Vergrößerung 360mal.

Fig. 6. Vereinigungsstelle zweier Siebröhren des Stengels, auf dem Längsschnitt gesehen. Man sieht die contrahirten Innenschläuche und ihre Verbindungsarme, die die ursprüngliche Siebplatte durchsetzen. Die callösen Platten sind aufgelöst. Vergrößerung 250mal.

Fig. 7. Aehnlicher Längsschnitt einer Siebröhre. Die callöse Platte ist durch Chlorzinkjod aufgelöst, und die Siebplatte, die im Durchschnitt gesehen wird, blau gefärbt. Vergrößerung 360mal.

Fig. 8. Wie Fig. 5. Zeigt die beckenförmige Gestalt der Platten. Die Siebplatte zwischen den callösen Massen sichtbar.

Fig. 9 und 10. Köpfe von Siebröhren, erst durch Kali macerirt und dann mit Schwefelsäure behandelt. Der Inhaltsschlauch einer Siebröhre *u. i.* hat seine Arme *j.* durch die Siebplatte hindurch geschickt und sie jenseits durch Verbindungsbögen *arc.* vereinigt. Durch das Reagens sind die callösen und Siebplatten aufgelöst; die Theile des Innenschlauchs dagegen haben durch ihren geronnenen Inhalt eine dauernde Gestalt gewonnen und erscheinen wie feste Stäbe. In Fig. 9 sind sie deutlich röhrenartig durchbohrt. Von einem zweiten Innenschlauch der benachbarten Zelle, mit welchem diese Fortsätze sich verbänden, ist nichts zu sehen. Vergrößerung 600mal.

Fig. 11. Vereinigung zweier Siebröhren, wie Fig. 6. Nur der Innenschlauch der unteren Zelle ist mit geronnenem Inhalt erfüllt, welcher die Verbindungsarme durchdringt, die sich oben bogenförmig vereinigen, *arc.* der obere Innenschlauch ist leer. Dieser Umstand erklärt die in Fig. 9 und 10 dargestellte Erscheinung. Vergr. 360mal.

Fig. 12. Theile der Längswand einer Siebröhre, sehr stark vergrößert, kleine callöse Platten zeigend. Dieselben sind beckenförmig oder kraterförmig mit verdicktem Rand, *a.* halb im Profil, *b.* von der Fläche gesehen. Vergrößerung 750mal.

Fig. 13. Freigelegte Verbindungsstelle zweier Siebröhren, mit Schwefelsäure und Chlorzinkjod behandelt. Structur des Siebkopfes nicht deutlich zu erkennen, dagegen sieht man die auseinandergerissenen äusseren Zellmembranen, blau gefärbt, *m. c.*, dann eine zweite, ebenfalls blau gefärbte, innere Zellhaut, *u. i.*¹; dieselbe ist ausgereckt und überzieht den Siebkopf continuirlich, und als dritte Membran den Innenschlauch *u. i.*². Vergrößerung 250mal.

Fig. 14 und 15. Einzelne Siebröhrenenden, die von ihren Nachbarn losgerissen sind. Die einzelnen Theile, wie in Fig. 13. Ebenfalls mit Schwefelsäure und Chlorzinkjod behandelt. In Fig. 15 ist am Ende die ursprüngliche Siebplatte erhalten. Vergrößerung 250mal.

Fig. 16. Die Enden zweier junger sehr lang ausgereckter Siebröhren, deren Köpfe durch Jod sehr dunkelroth gefärbt sind. Vergrößerung 250mal.

Fig. 17. Wie Fig. 14 und 15. Der Innenschlauch, *u. i.*, halsförmig aus der primären Zellhaut vorgereckt.

Fig. 18. Wie Fig. 13.

Fig. 19. Freigelegte Verbindungsstelle zweier Siebröhren. Die Innenschläuche haften aneinander, wie in Fig. 6, doch sind die Verbindungsarme kürzer. Die Innenschläuche sind ausgereckt, ihre äussere Schicht besteht aus Zellstoff (blau gefärbt), der geronnene Inhalt ist braun gefärbt, bei *x.* auseinandergerissen. Vergr. 470mal.

Ricinus communis.

Fig. 20. Längsschnitt aus einer Siebröhrenreihe. Vergrößerung 120mal.

Fig. 21 und 22. Das obere und untere Stück von Fig. 20 stärker vergrößert; man sieht die callösen Platten von Kanälen durchzogen. Vergrößerung 360mal.

Tafel IV.

Ricinus communis.

Fig. 1. Theile durch Kali gelöster und freigelegter Siebröhren, mit den Köpfen aneinander haftend und lang ausgereckt; *cr. l.* zeigt die ursprüngliche Länge eines Siebröhrengliedes. Vergrößerung 120mal.

Fig. 2. Querschnitt der Siebröhrenschicht. Vergrößerung 180mal.

Humulus Lupulus.

Fig. 3. Theil einer Siebröhrenreihe durch Kali macerirt. Die Zellhäute sind gliederweis auseinandergerissen, die Innenschläuche lang ausgezogen, und die Siebköpfe fest zusammenhängend. Vergrößerung 300mal.

Fig. 4. Wie Fig. 3, stärker vergrößert, so dass die Structur des Siebkopfes deutlich zu erkennen ist. Vergr. 600mal.

Datura arborea.

Fig. 5. Längsschnitt eines Siebröhrenbündels der Rinde. Vergrößerung 240mal.

Fig. 6. Querschnitt aus der Siebröhrenschicht der Rinde. Vergrößerung 120mal.

Fig. 7. Dasselbe aus dem Marke. Die Holzzone ist zwischen beiden Figuren weggelassen. Vergrößerung 120mal.

Allium Ascalonicum.

Fig. 8. Durch Kali freigelegte Schlauchgefässglieder aus der Basis einer Zwiebelchuppe. Vergrößerung 50mal.

Allium Cepa.

Fig. 9. Flächenschnitt aus einer älteren Zwiebelchuppe, eine Schlauchgefässkette zeigend. Vergrößerung 100mal.

Allium simplex.

Fig. 10. Flächenschnitt aus einem sehr jungen Blatt, das noch in der Zwiebel verborgen war, mit vielen regelmässig vertheilten Schlauchgefässreihen. Vergrößerung 160mal.

Tafel V.

Allium.

Fig. 1. Flächenschnitt einer Zwiebelchuppe nahe der Basis mit kurzgliederigen Schlauchgefässen aus *Allium Scorodoprasum*. Vergrößerung 100mal.

Fig. 2. Dasselbe mit netzartig vereinigten Schlauchgefässen, aus *Allium carinatum*. Vergrößerung 80mal.

Fig. 3. Querwand zweier benachbarter Schlauchgefässglieder, aus der Zwiebel von *Allium sativum*, die siebartige Bildung zeigend. Die Sieblöcher erscheinen nicht wirklich geöffnet. Vergrößerung 300mal.

Fig. 4. Schlauchgefässreihe aus einer trockenen Zwiebelschale derselben Pflanze. Vergrößerung 160mal.

Fig. 5. Eine stärker vergrößerte Querwand derselben, mit dem umgebenden krystallführenden Parenchym, dessen Wände zwar stark porös sind, jedoch in anderer Weise wie die siebartigen Querwände der Schlauchgefässe. Vergrößerung 300mal.

Fig. 6. Freigelegtes Schlauchgefäss aus dem Schaft von *Allium simplex*, mit stumpfen geschlossenen Enden, 5,17 Mm. lang. Vergrößerung 80mal.

Fig. 7. Querschnitt des Blattes mit einem Gefässbündel und Schlauchgefässen aus *Allium Porrum*. Vergr. 160mal.

Sprekelia formosissima.

Fig. 8. Querschnitt des Blattes, ein Gefässbündel und Schlauchgefässe zeigend. Vergrößerung 160mal.

Agapanthus praecox.

- Fig. 9. Stück eines freigelegten Schlauchgefässes, Raphiden enthaltend. Vergrößerung 160mal.
 Fig. 10. Ein gleiches, milchichten Saft enthaltend, mit anhängendem, Chlorphyll führendem Parenchym. Vergr. 160mal.
 Fig. 11. Querschnitt aus dem Blatte, Schlauchgefässe, wie Fig. 7 u. 8, in der Nähe der Epidermis und der Athemlöcher zeigend. Vergrößerung 160mal.

Pancratium speciosum.

- Fig. 12. Tangentialschnitt aus einem Blatt. Das Schlauchgefäss zeigt scheinbare Querwände, das Parenchym zahlreiche Luftlücken.

Crinum.

(Eine nicht bekannte Art.)

- Fig. 13. Schiefer Schnitt aus der Basis einer Zwiebelschuppe. Kurze Glieder von Schlauchgefässen, die sich einander nähern, zwischen stärkehaltigem Parenchym. Vergrößerung 100mal.

Tafel VI.**Galanthus nivalis.**

- Fig. 1 und 2. Schnitte aus Zwiebelschuppen mit Schlauchgefässen, deren Querwände in verschiedenen Stadien der Auflösung sich befinden; in 2 ist die Querwand ganz verschwunden und die Strictur von zwei Krystallen durchsetzt. In 1 senken sich die Querwände gewölbt in die Nachbarschläuche und lösen sich von der Mitte an auf. Vergrößerung 300mal.
 Fig. 3 und 4. Flächenschnitte aus dem jungen Ovarium mit Schlauchgefässreihen, welche in Fig. 3 anastomosiren. Die Querwände in verschiedenen Stadien der Auflösung, zum Theil von Raphiden durchbohrt. Vergr. 300mal.
 Fig. 5. Zusammenstoss zweier Schlauchgefässglieder mit Einstülpung der Querwand, wie in Fig. 1. Vergrößerung 300mal.
 Fig. 6. Freigelegtes Schlauchgefäss aus dem Blatt. Vergrößerung 300mal.
 Fig. 7. Durch Kali freigelegtes Schlauchgefäss aus der Zwiebel, der Innenschlauch hängt an den Endflächen der Zellhaut fest. Diese Endflächen erscheinen punctirt, die Raphiden in der Mitte zusammengehäuft. Vergr. 300mal.
 Fig. 8. Wie Fig. 1. Querwand eingestülpt (*p. t.*).
 Fig. 9. Durch Maceration in Wasser freigelegtes Schlauchgefäss aus der Zwiebel mit Raphiden; die Wand ist sehr dünn geworden. Vergrößerung 300mal.

Leucojum vernum.

- Fig. 10. Zwei Stücke eines Schlauchgefässes mit sehr grossen Raphiden, die häufig an der Stelle der aufgelösten Querscheidewände sich finden. Die Zellwand ist zuweilen gliederweis auseinander gerissen und dann der Binnenschlauch herausgereckt, z. B. bei *y*. Durch Kali freigelegt. Vergrößerung 160mal.

Narcissus poeticus.

- Fig. 11. Schlauchgefäss aus der Zwiebel, dessen Querwände aufgelöst, durch Kali freigelegt. Parenchym stärkehaltig. Vergrößerung 160mal.

Tradescantia Selloi Hort. Berol.

- Fig. 12. Querschnitt des Blattes; die Schlauchgefässe liegen dicht unter der unteren Epidermis. Vergrößerung 160mal.
 Fig. 13. Freigelegtes Stück eines Schlauchgefässes aus dem Stengel. Vergrößerung 160mal.

Tafel VII.**Commelina clandestina.**

- Fig. 1. Siebparenchym-Zellen mit hügelartigen Vorsprüngen, durch die sie in Copulation und, wie es scheint, in offene Verbindung treten. Vergrößerung 720mal.
 Fig. 2. Dieselben auf dem Längsschnitt; sie umgeben die grossen Spiralgefässe und zugleich die Siebröhren.
 Fig. 3. Wie Fig. 1.
 Fig. 4. Freigelegtes Schlauchgefäss aus dem Stengel, die äusseren Zellhäute öfter in den Gliederungen getrennt, der zähe Innenschlauch herausgereckt (*u. i.*). Vergrößerung 60mal.
 Fig. 5. Die Zellen von Fig. 1 auf dem Längsschnitt. Vergrößerung 720mal.

Tradescantia zebrina.

- Fig. 6. Schlauchgefäss aus dem Blatt. Vergrößerung 80mal.

Tradescantia Selloi.

- Fig. 7. Schnitt parallel der unteren Oberhaut eines Blattes, ein Schlauchgefäss zeigend. Vergrößerung 160mal.
 Fig. 8. Schnitt aus der Rinde des Stengels. Vergrößerung 300mal.
 Fig. 9. Schnitt aus einem sehr jungen Blatt. Beide zeigen Reihen von Zellen mit Raphiden in der Entwicklung zu Schlauchgefässen begriffen, durch Auflösen der Zellenwände in der Richtung von oben nach unten fortschreitend; *sup.* und *inf.* bezeichnen das obere und untere Ende der Präparate. Vergrößerung 160mal.

Pandanus amaryllidifolius.

- Fig. 10. Querschnitt des Blattes. Im Parenchym sind Schlauchgefässe zerstreut und einzelne grosse parenchymatische Raphidenzellen, *p. ra.* Andere ähnliche Zellen ohne dieselben dicht unter der Epidermis *p.*¹ Hier ausserdem Bastfasern *f.* und Reihen kleiner Zellen mit prismatischen Krystallen, *p. crst.* Vergrößerung 160mal.
 Fig. 11. Freigelegtes Schlauchgefäss aus dem Blatt. Vergrößerung 160mal.

Anthurium Wagenerianum.

- Fig. 12 bis 17. Copulirte Bastzellen aus dem Parenchym. Fig. 14 Copulationsstelle von Fig. 12, stärker vergrössert. Vergrößerung von Fig. 12 = 120mal, von Fig. 14 = 600mal, von Fig. 13, 15, 16, 17 = 300mal.

Vasconcella quercifolia.

- Fig. 18 und 19. Durch Kalilösung freigelegte netzförmig verdickte Holzgefässe von Milchsaftegefässen umgeben und mannigfach berührt, mit Jod behandelt; *adh.*, Stellen, an denen die beiderlei Gefässe fest zusammenhängen. Vergrößerung von Fig. 18 = 320mal, von Fig. 19 = 750mal.
 Fig. 20. Theile der Wand eines grossen derartigen Holzgefässes, dessen Tüpfel gegen die umgebenden Zellen der Parenchymscheide geöffnet erscheinen, wie auch die Wände von dieser nach aussen zu durchbrochen aussehen, wie bei *po.* — Profilschnitt. Vergrößerung 750mal.

Carica Papaya.

- Fig. 21 und 22. Eben solche Präparate wie Fig. 20; *m. c.*, Theile der primären Zellhaut. Vergrößerung 750mal.

Tafel VIII.**Lactuca virosa.**

- Fig. 1. Längsschnitt aus dem Stengel, ein äusseres Sieb-Milchsaftegefässbündel und ein grosses Milchsaftegefäss am Rande der primären Rinde zeigend. Vergrößerung 500mal.
 Fig. 2. Milchsaftegefässband aus einem Blattnerve. Vergrößerung 160mal.
 Fig. 3. Längsschnitt, ein inneres Sieb-Milchsaftegefässbündel enthaltend. Vergrößerung 500mal.
 Fig. 4. Theil eines solchen Bündels auf dem Querschnitt gesehen. Vergrößerung 500mal.
 Fig. 5. Segment des Stengelquerschnitts, mehrere Gefässbündel umfassend. Vergrößerung 30mal.

Sonchus arvensis.

- Fig. 6. Theil des den Stengelknoten quer durchsetzenden Milchsaftegefässnetzes, durch Maceration frei präparirt. Vergrößerung 30mal.
 Fig. 6b. Kleinerer Theil hiervon, stärker vergrössert. Vergrößerung 160mal.

Sonchus oleraceus.

- Fig. 7. Längsschnitt durch den Stengel unter dem Ansatz eines Blattstiels, Theile des den Stengelknoten quer durchsetzenden Anastomosennetzes, Sieb-Milchsaftegefässbündel zeigend. Vergrößerung 14mal.
 Fig. 8. Eine einzelne Anastomose hieraus, Siebröhren und Milchsaftegefässe zeigend. Vergrößerung 250mal.
 Fig. 9. Querschnitt wie Fig. 7. Vergrößerung 14mal.
 Fig. 10. Querschnitt aus der Wurzel. Vergrößerung 30mal.
 Fig. 11 und 12. Querschnitt eines schwachen Sieb-Milchsaftegefässbündels, den Holzzellen anliegend, die Holzgefässe aber nicht berührend; Fig. 12 stärker vergrösserter Theil von Fig. 11. Vergrößerung 750mal und 160mal.
 Fig. 13. Aeusserer Grenze des Holzringes, wie Fig. 11 im Querschnitt mit einem schon sehr dünnen unteren Ende eines Sieb-Milchsaftegefässbündels und zwei grösseren den Holzzellen anliegenden isolirten Milchsaftegefässen.
 Fig. 14 und 15. Unteres dünnes Ende eines Sieb-Milchsaftegefässbündels aus dem Mark, nur noch aus wenigen Gefässen jeder Art bestehend. Fig. 15 in Beziehung seiner Lage zum Holzbündel. Vergrößerung 160mal. Fig. 14 stärker vergrössert, allein. Vergrößerung 750mal.

Tafel IX.

Taraxacum officinale.

- Fig. 1 und 2. Quer- und Längsschnitt der Wurzel, die zahlreichen Lagen der Milchsaftgefässe zeigend. Vergr. 30 mal.
 Fig. 3 und 4. Querschnitt-Segment des Blüthenschaftes, grössere und kleinere Gefässbündel zeigend. Fig. 3 Theil von Fig. 4, eines der kleinsten (unteres Ende eines solchen), aus nur 4 Gefässen bestehenden, zeigend, deren eins oder zwei Milchsaftgefässe sind; Holzring nur sehr schwach entwickelt. Vergrösserung von Fig. 3 = 500 mal, von Fig. 4 = 30 mal.
 Fig. 5. Milchsaftgefässbündel auf einem Längsschnitt der Wurzel gesehen, aus der äusseren Lage, ohne Siebröhren. Vergrösserung 250 mal.
 Fig. 6. Dessgleichen aus einer inneren Lage, mit Siebröhren untermischt. Vergrösserung 250 mal.

Tragopogon porrifolius.

- Fig. 7. Querschnitt eines Blattnerven, ein kleineres Gefässbündel zeigend mit verhältnissmässig sehr dickem Milchsaftgefäss. Vergrösserung 500 mal.
 Fig. 8. Querschnitt eines Blattnerven, ein Milchsaftgefäss des Gefässbündels und ein anderes im Parenchym zeigend. Vergrösserung 160 mal.
 Fig. 9. Flächenschnitt des Blattes mit einem Milchsaftgefäss unmittelbar auf der Epidermis. Vergrösserung 500 mal.
 Fig. 10. Einzelne Milchsaftgefässe durch das Parenchym des Blattes nahe der Epidermis laufend; Schnitt parallel der Fläche. Vergrösserung 500 mal.
 Fig. 11. Milchsaftgefässe des Blattes durch Maceration freigelegt, zum Theil gereckt und dadurch die Gestalt der „vasa laticis contracta et articulata“ annehmend. Vergrösserung 500 mal.
 Fig. 12. Längsschnitt, dasselbe zeigend wie Fig. 8. Vergrösserung 160 mal.

Lactuca virosa.

- Fig. 13 bis 15. Letzte Enden der Milchsaftgefässe, die sich von den feinen Gefässbündelästen des Blattes lösen und getrennt im Parenchym auslaufen; Fig. 13 zeigt auch ein dergleichen isolirtes Ende des Spiralgefässbündels (sp.) Vergrösserung 480 mal.

Cichorium Intybus.

- Fig. 16 bis 18. Ein Gefässbündel des Blattstiels mit einem äusseren und inneren Sieb-Milchsaftgefässbündeln, die letzten zu mehreren in einen Bogen gestellt. Fig. 17 Uebersicht des Ganzen. Vergrösserung 30 mal. Fig. 18 Ein inneres davon (Fig. 17, z.) stärker vergrössert. Vergrösserung 500 mal. Fig. 16 Ein Theil des äusseren ebenso. Vergrösserung 500 mal.
 Fig. 19. Theil aus dem Querschnitt des Stengels, der inneren Sieb-Milchsaftgefässbündel entbehrend. Vergr. 40 mal.

Apargia hastilis.

- Fig. 20. Gefässbündel des Blattstiels im Querschnitt. Vergrösserung 96 mal.

Sanguinaria Canadensis.

- Fig. 21. Gefässbündel des Stengels, rings von Milchsaftgefässen umgeben, deren eins (l*) den Spiralgefässen nahe tritt. Vergrösserung 96 mal.

Siphocampylus lanceolatus Hort. Berol.

- Fig. 22. Längsschnitt aus dem Stengel, in der Nähe des Holzes Milchsaftgefässe zeigend. Vergrösserung 160 mal.

Tafel X.

Lobelia syphilitica.

- Fig. 1 und 2. Theile aus dem Stengel-Querschnitt Fig. 4, Sieb-Milchsaftgefässbündel und einzelne Milchsaftgefässe zeigend. Vergrösserung 320 mal.
 Fig. 3. Längsschnitt der inneren Rinde, ein Milchsaftgefäss zeigend. Vergrösserung 320 mal.
 Fig. 4. Lage der in Fig. 1 und 2 dargestellten Bündel auf einem grösseren Segment desselben Präparats ersichtlich. Vergrösserung 30 mal.
 Fig. 5. Wie Fig. 3, Siebröhren zeigend. Vergrösserung 320 mal.

Siphocampylus lanceolatus.

- Fig. 6. Längsschnitt eines Blattnerven; ein Milchsaftgefäss unmittelbar neben einem Spiralgefäss. Vergr. 320 mal.

Fig. 7. Segment der Mittelrippe des Blattes; Milchsaftegefässe umgeben die Holzgefässbündel und begleiten die Siebröhrenzone. Vergrösserung 320mal.

Fig. 8. Grösseres Stück desselben Präparats zur Uebersicht; ein grosses Gefäss im Parenchym. Vergrösserung 60mal.

Ficus barbata.

Fig. 9. Theile des Holzringes zeigen ein Milchsaftegefäss durch den Markstrahl dringend, ohne doch Gefässe des Holzes unmittelbar zu berühren. Vergrösserung 320mal.

Caladium (Xanthosoma) sagittifolium.

Fig. 10. Stück eines durch Maceration freigelegten grossen Milchsaftegefässes, die eigene Zellhaut und die Zellen der Scheide zeigend. Vergrösserung 160mal.

Fig. 11. Kleine Milchsaftegefässe eines Gefässbündels auf dem Längsschnitt (l^1). Vergrösserung 80mal.

Fig. 12. Milchsaftegefässe der Rinde in der Nähe eines Collenchymbündels. Querschnitt. Vergrösserung 160mal.

Fig. 13. Durch Maceration isolirtes Milchsaftegefäss des dritten Typus (l^3). Vergrösserung 160mal.

Fig. 14. Querschnitt eines Gefässbündels des Stengels; ein grosses (l^2) und kleine (l^1) Milchsaftegefässe zeigend, letztere neben den Siebröhren. Vergrösserung 160mal.

Fig. 15 und 16. Wie Fig. 13. Gefässe des zweiten und dritten Typus (l^2 und l^3). Vergrösserung 160mal.

Fig. 17. Längsschnitt eines Gefässbündels mit beiderlei Milchsaftegefässen und Siebröhren. Vergrösserung 160mal.

Euphorbia splendens.

Fig. 18. Querschnitt des Stengels, mit einem Milchsaftegefäss, das durch die Markstrahlen dringt. Vergrösserung 240mal.

Druckfehler.

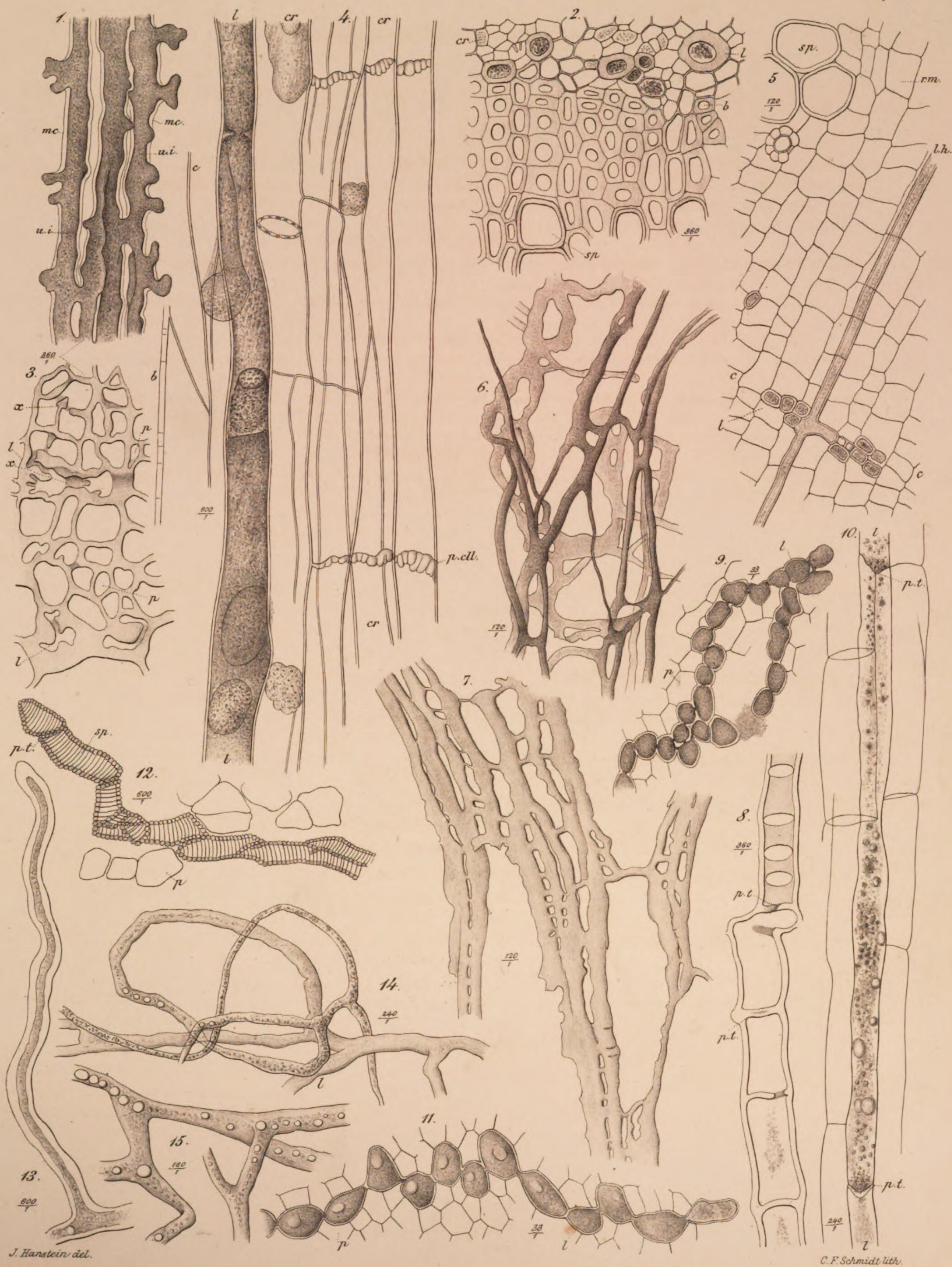
Seite 16 Zeile 7 von unten lies Fig. „12“ statt „13.“

„ 27 „ 20 „ oben lies „Binnenschlauch“ statt „Bienenschlauch.“

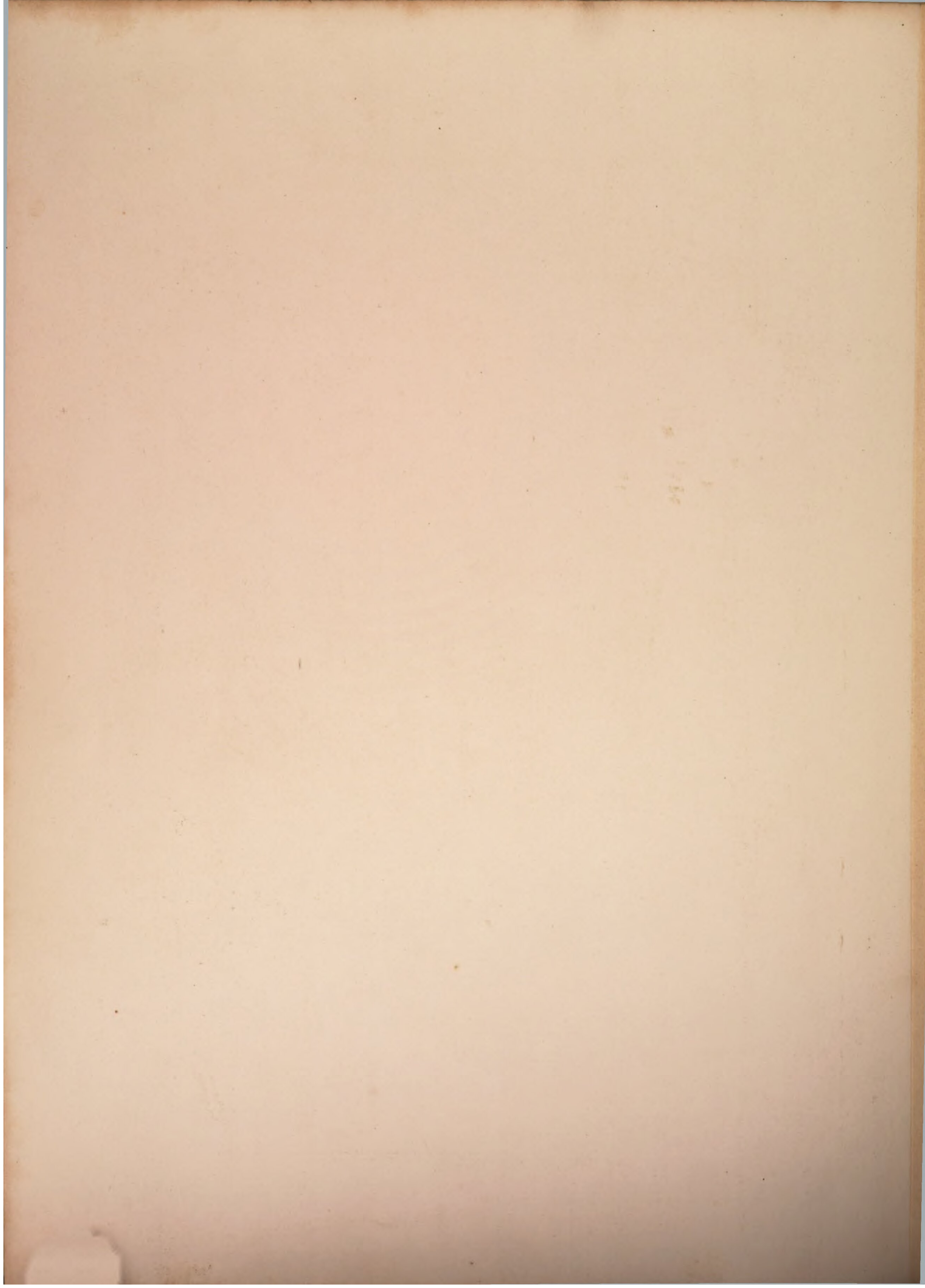
„ 32 „ 11 „ „ „ „Auch stehen sie“ statt „Auch sie stehen.“

„ 38 „ 14 „ unten lies „VI. 5, 8.“ statt „VI, 3, 58.“





1-2. Campanula. 3. Jasione. 4. Lobelia. 5-8. Carica. 9-11. Sanguinaria. 12-15. Ficus.





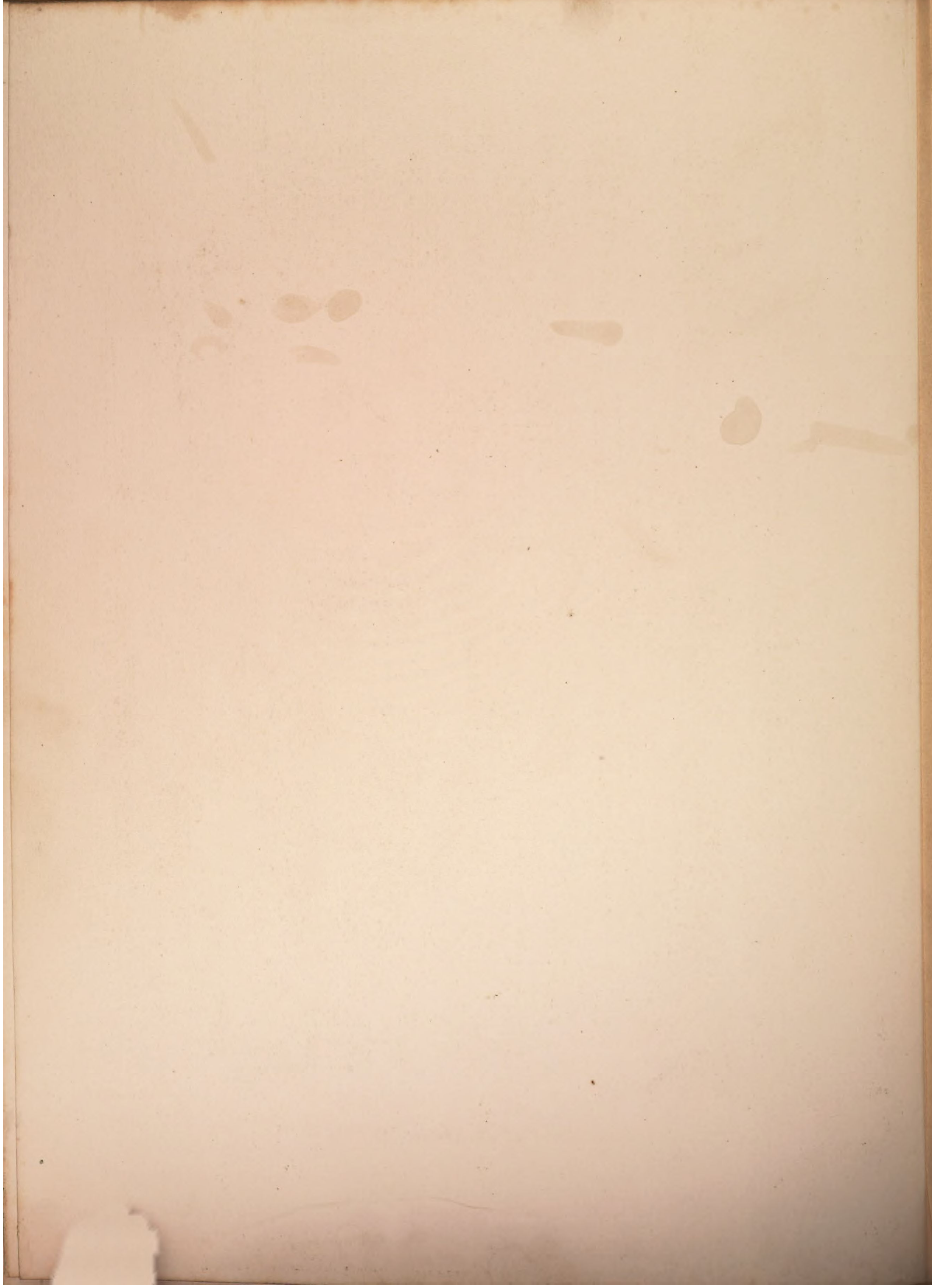
J. Hanstein del.

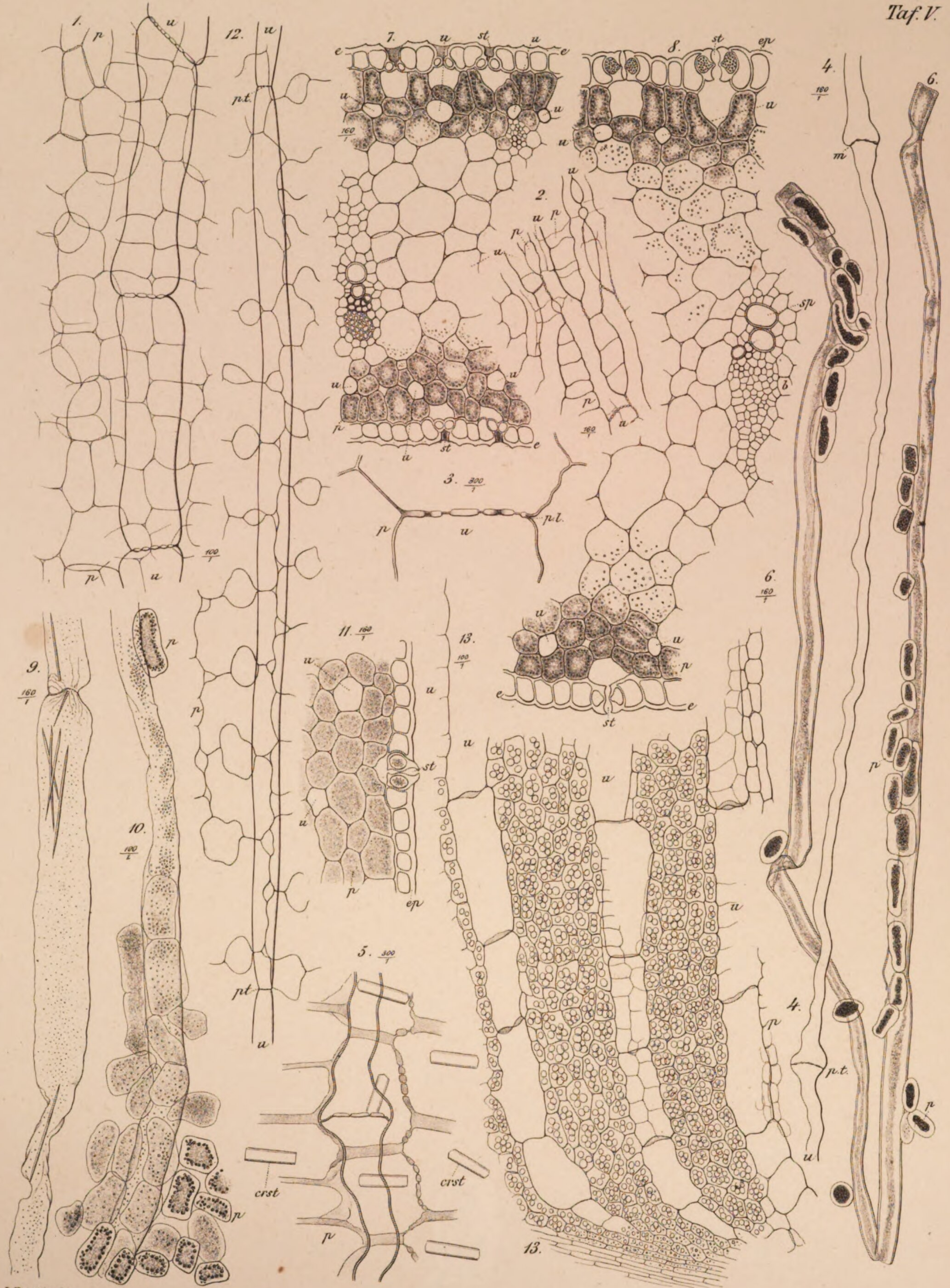
C. F. Schmidt lith.

1-2. Ficus. 3-4. Nerium. 5-8. Acer. 9-10. Sambucus. 11-13. Clusia.



12. Ricinus. 3-4. Humulus. 5-7. Datura. 8-10. Allium.





J. Hanstein del.

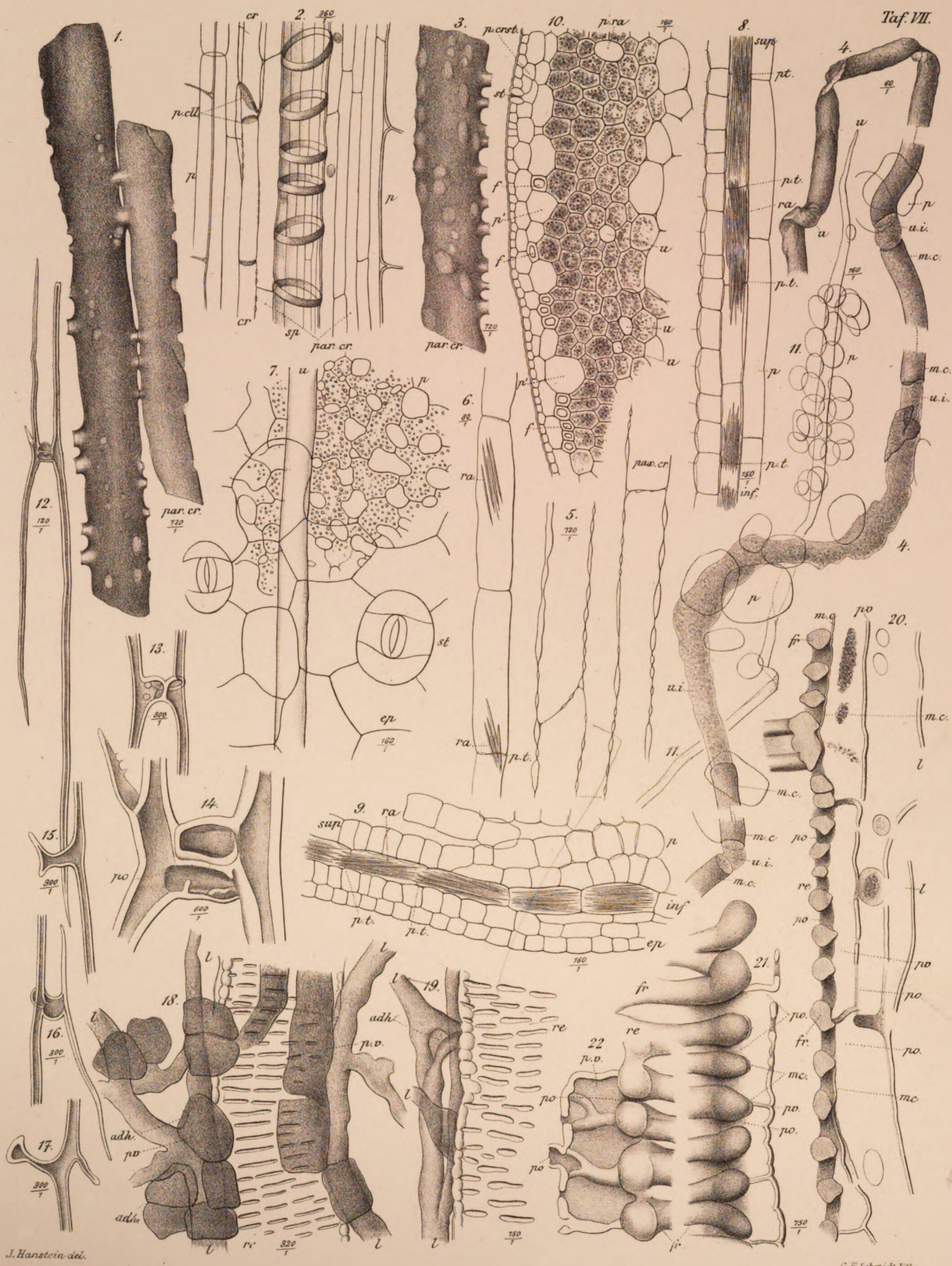
C.F. Schmidt lith.

1-7. *Allium*. 8. *Sprekelia*. 9-11. *Agapanthus*. 12. *Pancratium*. 13. *Crinum*.





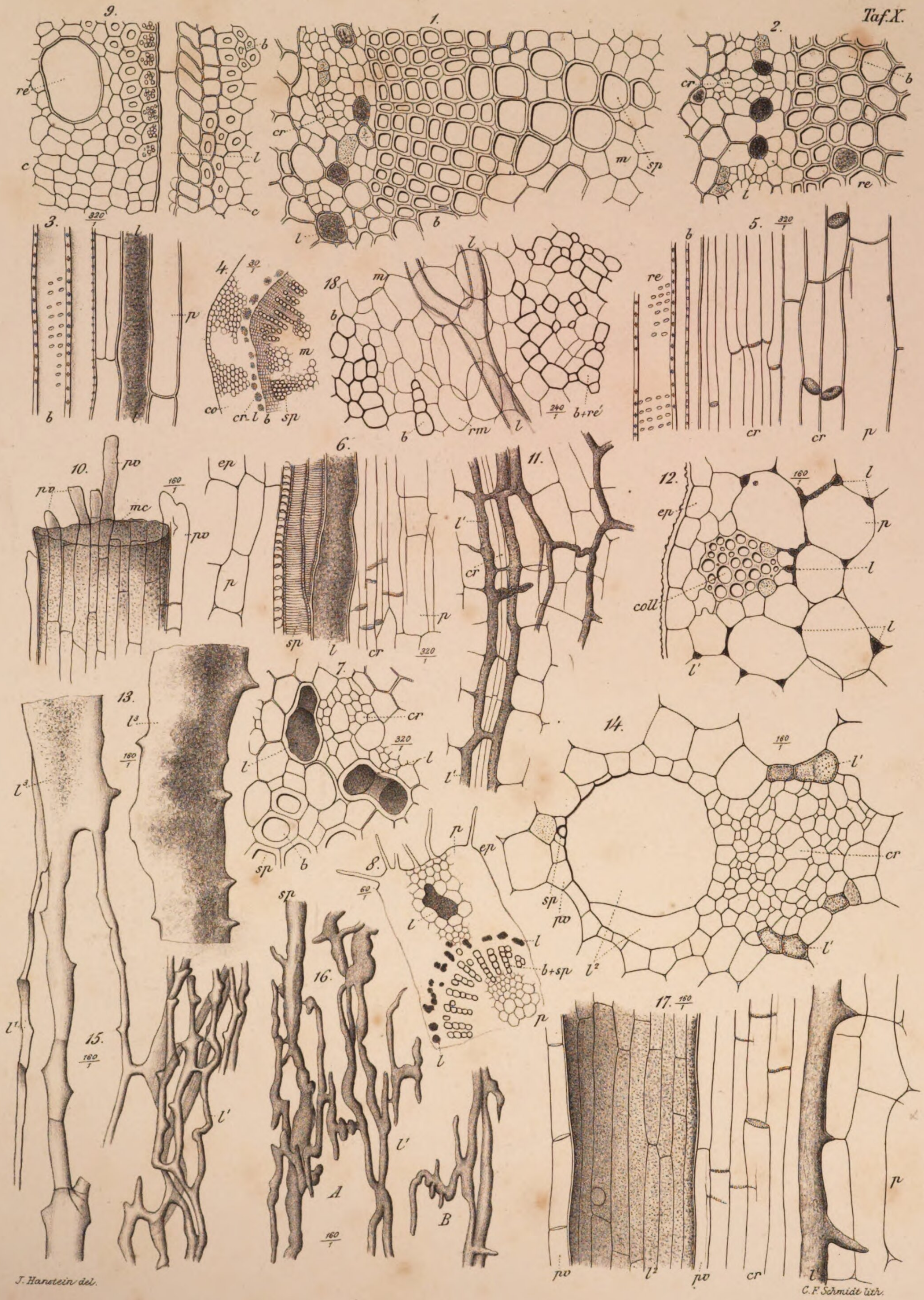
1-9. Galanthus. 10. Leucojum. 11. Narcissus. 12-13 Tradescantia.



J. Hanstein del.

G.F. Schmidt lith.

1-5 Commelina. 6-9. Tradescantia. 10-11. Pandanus. 12-17. Anthurium. 18-20. Vasconcella. 21-22. Carica.



1-5. Lobelia. 6-8. Siphocampylos. 9. Ficus. 10-17. Caladium. 18. Euphorbia.

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MÜNCHEN

10. Z. f. 19/17



Hanstein, Johannes Ludwig Emil Robert <<von>>,

Die Milchsaftgefaesse und die verwandten Organe der Rinde eine von der
Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Paris gekroente Preisschrift

Berlin 1864

4 Phyt. 133 m

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10229695-3